

**Aus der Abteilung für Mikromorphologie
(Leiter: Professor Dr. med. dent. Hans LENZ)
des Instituts für Klinisch-Theoretische
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
des Fachbereiches für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin**

**ELEKTRONENMIKROSKOPISCHE
UNTERSUCHUNGEN
ZUM PROBLEM DER
SCHMELZTROPFEN**

Dissertation

zur

**Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin**

vorgelegt von

**Zahnarzt Axel Szelies
aus Berlin**

1983



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Abteilung für Mikromorphologie
(Leiter: Professor Dr. med. dent. Hans LENZ)
des Instituts für Klinisch-Theoretische
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
des Fachbereiches für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

ELEKTRONENMIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN
ZUM PROBLEM DER SCHMELZTROPFEN

Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnarzt Axel Szellies
aus Berlin

Referent: Professor Dr. med. dent. Hans LENZ

Korreferent: Professor Dr. med. Hans-Joachim MERKER

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches
Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der
Freien Universität Berlin

Promoviert am: 8.12.1983

Meiner Frau Karin

Meiner Tochter Cornelia

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. EINLEITUNG	7
2. LITERATURÜBERSICHT	11
A. Schmelztropfen makroskopisch betrachtet	11
B. Lokalisation und Verteilung	13
C. "Schmelzsporn" oder "Schmelznase"	15
D. Lichtmikroskopische Erkenntnisse	16
E. Entstehung der Schmelztropfen	18
F. Klinische Bedeutung	23
G. Elektronenmikroskopische Erkenntnisse	24
a. Rasterelektronenmikroskopische Erkenntnisse .	24
b. Transmissionselektronenmikroskopische Er- kenntnisse	26
H. Interglobulardentin und Tomes'sche Körnerschicht im Vergleich	27
3. MATERIAL UND METHODE	30
A. Material	30
B. Methode	30
4. ERGEBNISSE	33
A. Makroskopische Befunde	33
B. Lichtmikroskopische Befunde	34
C. Rasterelektronenmikroskopische Befunde	35
D. Transmissionselektronenmikroskopische Befunde ..	36
E. Abbildungen	38

5. DISKUSSION	53
6. ZUSAMMENFASSUNG	63
7. LITERATURVERZEICHNIS	65

1. EINLEITUNG

"Unter Schmelztropfen oder Schmelzperlen versteht man eine mit Schmelz bedeckte Hervorragung des Dentins über das Niveau des Zahnes an Stellen, an denen sich normalerweise Schmelz nicht vorfindet."

Diese Beschreibung einer Anomalie der Zähne stammt von Franz KANTOROWICZ (1904).

Schon früh erweckte diese Auflagerung wissenschaftliches Interesse. Vor KANTOROWICZ beschäftigten sich einige Autoren mit diesem Thema und gaben voneinander unabhängig der Anomalie auch verschiedenartigste Bezeichnungen, die teilweise auf ihre mögliche Entstehungsursache hinweisen sollten. So spricht erstmals 1842 LINDERER von Schmelztropfen, 1874 SALTER von Schmelzknoten, 1885 BAUME von Divertikelbildungen des Zahnkeimes, 1886 VIRCHOW von Schmelzauswüchsen, 1891 SCHLENKER von überzähligen Zähnchen, welche mehr oder minder mit dem normalen verbunden sind, 1896 WALKHOFF und 1901 WEDL von excessiven Bildungen an der Krone und der Wurzel, welche seitliche Sprossungen darstellten und schließlich 1902 LOOS wiederum von Schmelztropfen.

Was damals untersucht wurde, waren makroskopische Funde aufgrund Reihenauswertungen vieler Zähne und Schnitte. Diese konnten dann unter dem Lichtmikroskop betrachtet werden, wonach Zeichnungen entstanden. Später wurden auch fotografische Aufnahmen zur Dokumentation angefertigt.

Die Schmelztropfen oder Schmelzperlen als von Schmelz überzogene Dentinhöcker im Wurzelbereich der Zähne sind überwiegend in der Bi- oder Trifurkation von Molaren lokalisiert, d. h. im Gebiet komplizierter Teilungsprozesse bei der Bildung des Wurzelstockes.

Selten vom praktizierenden Zahnarzt gefunden, trotz relativ hoher statistischer Wahrscheinlichkeit der Anlage bei oberen Molaren, kommt dem Schmelztropfen u. U. eine besondere klini-

sche Bedeutung zu. Er kann für lokalisierte Parodontopathien verantwortlich sein.

Die Bedeutung, welche dieser Schmelzbildungsanomalie bei der vorliegenden Untersuchung zukommt, ist die Möglichkeit, über die eingehende Kenntnis der an ihrer Bildung beteiligten Gewebe und des Strukturaufbaues Rückschlüsse auf die Odontogenese zu ziehen.

Speziell die Strukturen der peripheren Dentinschichten im Kronen- sowie im Wurzel- als auch im Schmelztropfenbereich sollen miteinander verglichen werden.

Zur Dentinogenese bestanden am Anfang dieses Jahrhunderts zwei Grundmeinungen.

V. EBNER (1875) behauptete aufgrund seiner Forschung, daß die bis dahin für homogen gehaltene Grundsubstanz des Dentins aus kollagenen Fibrillen bestehe. Diese verliefen zu Bündeln zusammengelagert im rechten Winkel zu den Dentinkanälchen und somit parallel zur Oberfläche der Dentin-Schmelz-Grenze. An der Bildung des Dentins seien maßgeblich die Odontoblasten beteiligt, welche eine homogene Masse, das Prädentin aus-schieden, in der später die kollagenen Fibrillen erschienen.

Gegensätzlicher Auffassung war v. KORFF (1905). Er meinte, das Prädentin sei nicht homogen, sondern von Anfang an fibrillär. Vor der Differenzierung der Odontoblasten verliefen Fasern, aus der Tiefe der Pulpa kommend, senkrecht zur Grenze des inneren Schmelzepithels und bildeten dort die Membrana praeformativa als erste Dentinanlage. Später zögen diese Fasern als dicke Stränge zwischen den ausdifferenzier-ten Odontoblasten hindurch und breiteten sich fächerförmig in das Dentin aus. Die ausschließliche Funktion der Odonto-blasten sei nur in der Ausbildung ihrer im Dentin zu finden-den Fortsätze zu sehen.

Man war sich zu dieser Zeit zwar darüber einig, daß das Dentin aus fibrillärer Matrix bestehe, doch konnte keine Klärung über die Einheitlichkeit der Fibrillen und deren genauen Bildungsmechanismus erlangt werden. STUDNIČKA (1907, 1941) war sogar der Überzeugung, daß die Grundsubstanzen selbständige Gebilde wären, welche ein "formatives Leben" besäßen, sozusagen die Fähigkeit hätten sich eigenständig zu vermehren und zu ordnen.

Demnach bauen die v. KORFF'schen Fasern, aus der Tiefe der Pulpa stammend, das Dentin auf, die Fibrillen entwickeln, vermehren und orientieren sich selbständig, wobei die anwesenden Odontoblasten nur das Material für die Grundsubstanz liefern.

Diese beiden extremen Entwicklungstheorien wurden 1925/1926 von WEIDENREICH vereinigt, indem er dem Dentin einen Doppelcharakter zuschrieb. Das sogenannte "Mantel-Dentin" bilde sich nach der von v. KORFF beschriebenen Art, während das übrige Dentin, "Zirkumpulpär-Dentin", mit den tangentialen Fibrillen von den Odontoblasten stamme.

LENZ (1959) weist mit Hilfe elektronenmikroskopischer Untersuchungsmethoden nach, daß die Fibrillen nicht aus selbständigen Fasern der Pulpa stammen, die eine Fähigkeit zur Vermehrung in sich tragen, sondern daß sie extrazellulär gebildete Produkte der Odontoblasten sind. Somit können diese Zellen zu recht als Dentinbildner angesehen werden. Strukturen im Sinne v. KORFFs konnten nicht gefunden werden.

Dagegen herrschte immer noch Unklarheit über Beschaffenheit und Genese des Interglobulardentins und der Tomes'schen Kornerschicht, welche in der Literatur fast ausnahmslos als ein und dieselbe Struktur des Dentins betrachtet werden.

Folgerungen aus der Tatsache, daß das Interglobulardentin im Kronenbereich nur gelegentlich entlang den Wachstumslinien des Dentins entsteht, die Tomes'sche Körnerschicht aber während des gesamten Wurzelwachstums gebildet wird, sind bisher nur bei KUNG (1970) zu finden.

Sollte dessen Hypothese der Abhängigkeit des Differenzierungsgrades der Odontoblasten von der Induktion der Ameloblasten zutreffen, müßten im Kronen - sowie im Schmelztropfenbereich analoge Verhältnisse vorliegen.

Mit Hilfe elektronenmikroskopischer Untersuchungsverfahren soll diese Vermutung anhand selbst gefundener Schmelztropfen überprüft werden.

2. LITERATURÜBERSICHT

A. Schmelztropfen makroskopisch betrachtet

Die Größe der Schmelzauflagerungen ist sehr unterschiedlich. Nähere Untersuchungen der Wurzeloberfläche brachten primär unauffällige Schmelzauflagerungen ans Tageslicht. Diese kleinen Schmelztröpfchen ohne Dentinkern mit nur bis zu 0,3 mm Durchmesser sind kaum mit bloßem Auge zu erkennen. Sie liegen häufig unter einer Zementschicht verborgen, wobei nach GOTTLIEB (1921) die Ausbildung einer makroskopisch auffälligen Zementexostose als überschießende reparatorische Leistung der angrenzenden Zementpartien angesehen werden sollte.

Erst das mühsame Entfernen dieser Schicht oder ein zufälliger Schliff/Schnitt von der Wurzel lassen die Auflagerungen hervortreten.

Diese "einfachen Schmelztropfen" nach GOTTLIEB (1921) bilden die erste Gruppe eines im Laufe der Jahre ständig erweiterten Einteilungssystems. Nicht die verbesserten Diagnosemethoden waren hier ausschlaggebend, sondern eher die über die enorme Zahl der untersuchten Zähne erhöhten Zufallstreffer.

Eine erste Trennung von drei Klassen finden wir bei EULER und MEYER (1927).

Die erste Gruppe stellen einfache, kleine, kaum sichtbare und nur aus Schmelz bestehende Erhabenheiten dar.

Zu der zweiten Gruppe gehören die sog. komplizierten Schmelztropfen mit Dentinkern.

In der dritten Gruppe finden sich schmelzbedeckte Dentinhöcker mit teilweise separater oder zur Haupthöhle des Zahnmarkes in Verbindung stehender Pulpa.

Die maximale Größe der Schmelztropfen liegt bei über 4 mm (RISNES 1974).

Die Gestalt ist entweder halbkugelig, leicht oval oder tropfenförmig, wobei die Verbindung zum Zahn mit einem ziemlich "dicken Stiel" erfolgt oder einfach breitbasig ansetzt (PECKERT 1911).

BAUME stellte 1885 eine Sammlung vor, welche eine fast komplette Entwicklungsreihe mit allen Übergängen vom kaum sichtbaren Schmelztröpfchen bis hin zum selbständigen überzähligen Zahn enthält. WALKHOFF (1896) konnte seinerseits ebenfalls solch eine Serie veröffentlichen.

Diese bisher vorgestellten Varianten sind auch die in der Literatur am häufigsten untersuchten und vorgestellten Typen.

Daneben wurden noch solitär im Bereich des Parodontiums gelegene schmelzartige Gebilde entdeckt. Es soll sich dabei um im Gewebegeflecht des Zahnhalteapparates liegende einfache Schmelzkügelchen handeln.

Die in diesem Zusammenhang 1975 von AMLANG veröffentlichten Untersuchungen ergaben entgegen der obigen Meinung den Nachweis von Zementikeln mit schmelzähnlichem Charakter.

Um die bis heute bekannten Fundorte vollständig vorzustellen seien die von CAVANHA (1965) entdeckten anzufügen. Seine veröffentlichten Schnitte zeigen die "enamel pearls" in folgenden Positionen:
intradental-coronal; intradental-cervical; intradental-radicular.

B. Lokalisation und Verteilung

Statistische Erhebungen über das Vorkommen und die Verteilung der Schmelztropfen an Zähnen leiden darunter, daß die einfachen Tropfen sehr schwer zu erkennen sind, weshalb die am häufigsten gefundene und untersuchte Gruppe die der Schmelzauflagerungen mit Dentinkern ist.

Außerdem ist eine nachträgliche Zuordnung extrahierter Zähne zu ihrem ehemaligen Standort im Kiefer einer Fehlerquote unterworfen, so daß die Angaben über Vorkommen und Verteilung der Schmelztropfen nur tendentiell zu sehen sind.

Früher waren die Autoren der Ansicht, es mit einer "seltenen" Anomalie zu tun zu haben, doch brachten spätere umfangreiche Untersuchungen an wesentlich größeren Zahnzahlen auswertbare und einigermaßen konkrete Ergebnisse.

So veröffentlicht INOUE 1939 eine sehr detaillierte Darstellung der Verteilungsverhältnisse von 315 Schmelztropfen an 250 Zähnen, die aus einem Untersuchungsmaterial von etwa 250 000 Exemplaren herausgefunden wurden.

Demnach können einfache Schmelztropfen auf der Wurzeloberfläche jedes Zahnes vorkommen, jedoch erscheinen die komplizierten Schmelztropfen vornehmlich an den Wurzelflächen der bleibenden Molaren, wobei die Häufigkeit vom dritten Molaren zum ersten Molaren hin abnimmt.

Weiterhin seien die Zähne des Oberkiefers stärker behaftet als die des Unterkiefers und dieses auf der linken Seite mehr als auf der rechten. Die Zahl der an einem Zahn befindlichen Schmelztropfen schwankt zwischen einem (in 85 % der Fälle) und vier.

Die Größe und Form sind sehr verschieden. 64 % der meistens halbkugeligen Tropfen lagen zwischen den Maßen von 0,5 mm -

1,5 mm (im Durchschnitt 1,23 mm).

Als Prädispositionsstelle für Schmelztropfen gelten im Oberkiefer die Teilungsstellen der mesialen und distalen Wurzelgabel, im Unterkiefer die vestibuläre oder linguale Bifurkationskehle der Wurzeln der Molaren, wobei 66 % aller Tropfen direkt oder durch einen Strang mit dem Kronenschmelz in Verbindung stehen. Der in 97,3 % zu messende Abstand von der Schmelz-Zement-Grenze liegt zwischen 1 mm und 4 mm.

Interessant ist die Erkenntnis, daß die Gesamtlänge der Zähne mit Schmelztropfen nicht von der normaler Zähne abweicht, doch ist als charakteristisch zu werten, daß die Höhe der Krone etwas niedriger und dafür der Wurzelteil länger ausgebildet ist.

Eine von GÖLLNER 1927 erhobene statistische Auswertung von 1092 Zähnen ergab 108 (= 10 %) mit Schmelztropfen behaftete Zähne im Oberkiefer, aber nur 54 (= 5 %) im Unterkiefer. Es waren keine Eckzähne betroffen, dagegen ließen sich Schmelzauflagerungen im Wurzelbereich in 6 % bei Schneidezähnen und in 2 % bei Prämolaren nachweisen.

BERNABA fand 1973 unter 15 723 Zähnen keine mit Schmelztropfen behafteten Milch-, Schneide- und Eckzähne. Prämolaren zeigten in 0,07 % die Anomalie. Auch diese Untersuchung bestätigt die größere Häufigkeit im Oberkiefer (2,9 %) gegenüber dem Unterkiefer (0,26 %), wobei die höchste Wahrscheinlichkeit Schmelztropfen zu finden die dritten Molaren betraf (rechts: 10,08 %; links: 7,73 %). Nur in sieben Fällen lag eine doppelte Tropfenbildung vor.

Ein Jahr später erweiterte RISNES (1974) die Erkenntnisse über die Verteilungsverhältnisse um einige Punkte. 91 % der 201 untersuchten Zähne mit Schmelztropfen wiesen einen, 18 Molaren zwei Tropfen auf. Die Durchschnittsgröße betrug

0,96 mm. Obere dritte Molaren wiesen in 4,6 % Schmelztropfen auf, während untere erste Molaren so gut wie keine Tropfen bilden. Die Möglichkeit diese im Oberkiefer zu finden soll viermal größer sein als im Unterkiefer.

Eine Statistik aus dem Jahre 1977 von FUNAKI, der etwa 48 000 Zähne untersucht hat, geht einer möglichen geschlechtsspezifischen Verteilung nach. Eine höhere Bildungsrate von Schmelztropfen besteht an oberen dritten Molaren von Frauen im Vergleich zu der der Männer.

GOTTLIEB (1921) und EULER (1939) vermuten sogar eine gewisse konstitutionelle Eigenschaft des Organismus zur Bildung von Schmelztropfen, da sie in ein und demselben Gebiß häufig mehrere behaftete Zähne gefunden hatten.

C. "Schmelzsporn" oder "Schmelznase"

Bei genauer Betrachtung der Schmelz-Zement-Grenze von Molaren fällt auf, daß einige Zähne den Kronenschmelz als lang auslaufenden Zipfel in die Bi- oder Trifurkation hinein zeigen.

Dieses Phänomen wurde erstmals von DE JONGE-COHEN 1919 in einer Monographie eingehender beschrieben. WESKI und CONTRERAS (1924) übernahmen bei ihren Untersuchungen der Marginalregion den Begriff "Schmelzsporn", den sie bei 475 Molaren afrikanischer Herkunft in 3,8 % sowie bei 48 Molaren der Berliner Bevölkerung in 32 % fanden.

Später prägte RISNES die Begriffe Schmelz-Nasen bzw. -Zungen.

Diese eigentümlichen Verlängerungen in den Wurzelbereich, welche bis zu 6 mm betragen können, finden sich aber auffallend häufig bei Zähnen, die auch Schmelztropfen tragen. Laut RISNES (1974) Untersuchung trifft dieses in 21,9 % für die Zähne des Oberkiefers zu. Eine derartige Vergesellschaft-

tung mit Schmelztropfen ließ sich für die Unterkieferzähne aber in 29,6 % beobachten.

Normalerweise führt der Zipfel der Schmelzzunge etwas in die Bifurkation hinein und in einem gewissen Abstand von deren Ende liegt separat der Schmelztropfen. Doch können auch übergangslose Vereinigungen beider Schmelzüberproduktionen auftreten (INOUE 1939).

D. Lichtmikroskopische Erkenntnisse

Werden die mit Schmelztropfen besetzten Zähne geschnitten oder geschliffen, so daß die Ebene senkrecht zur Ansatzstelle der Anomalie verläuft, lassen sich die Mikrostrukturen in Zahn und Tropfen gut erkennen.

Die Erkenntnisse über den Feinbau entwickelten sich erst einmal aus den lichtmikroskopischen Untersuchungsmöglichkeiten heraus. Zeichnungen und später Mikrofotografien wurden in Handbüchern und Vorträgen veröffentlicht.

KANTOROWICZ (1904) faßt die bis dato vorliegenden Erkenntnisse wie folgt zusammen, welche in gleicher Weise von PECKERT noch 1911 angeführt werden:

"Die Zahnbeinkanälchen des Zahnes setzen sich in die des Tropfens fort und zeigen oft Knickungen und Beugungen, und weichen oft fächerförmig auseinander (LOOS 1902). Der Schmelz ist schlecht gebildet, stark pigmentiert und hat eine unregelmäßige Struktur."

Dieser Aussage lag folgende Untersuchung WALKHOFF's aus dem Jahre 1896 zugrunde:

"Die Grenze zwischen dem Schmelz des Tropfens und dessen Dentin ist stark ausgebildet und wimmelt geradezu von kolbenförmigen Fortsätzen und halbmondförmigen Ausbuchtungen."

Auch INOUE (1939) und EULER (1939) schreiben von massenhaftem Vorkommen von Interglobularräumen und häufig unregelmäßiger und komplizierter Verlaufsrichtung der Kanälchen des Dentinkernes.

Anfangs mißlang oft die genauere Strukturerkennung der Schmelzpartien durch Anwendung entkalkender Fixiermethoden, so daß von einem als stark verfärbten und strukturunregelmäßigen, die "Streifen des Retzius" aufweisenden Schmelz gesprochen wurde.

WEDL (1901) beschrieb den Schmelz im Schnitt als hell und stark pigmentiert mit irregulärer Anordnung der Prismen. Unter den gut verkalkten Schmelzpartien gelegene Ausbuchtungen seien "Zeichen von Resorptionerscheinungen".

Darstellungen GOTTLIEBS (1921), wonach der Parodontalspalt gegenüber größeren Schmelztropfen verbreitert sei, als ob der Bildungsreiz für das Zement hier fehlte, widerspricht BAUER (1928) energisch, da seiner Untersuchung nach eher ein "schöner Anbau" von Alveolarknochen sich zeigte.

ORBAN (1924) findet kleine langgestreckte Schmelztropfen unweit der Schmelz-Zement-Grenze, überzogen mit einer Zementdeckung, in der Spindelzellen eingeschlossen sind. Der Schmelz weist "Lamellen" auf, welche teilweise bis ins Dentin hineinreichen.

Beim aufmerksamen Durchsehen veröffentlichter Querschnitte bemerkte GÖLLNER (1927), daß apicalwärts der Schmelzauflagerungen oft eine dicker ausgebildete Zementschicht zu erkennen sei.

Diese solle durch eine Art "Blockade" für die leicht nach coronal verschobene Form der Dentinkerne von Schmelztropfen verantwortlich sein.

Die lichtmikroskopischen Strukturen eines dem Dentin glatt

aufgelagerten Schmelztröpfchens im Bereich der Wurzel beschreiben EULER und MEYER (1927). Coronal der Schmelzauflagerung schließt sich eine Schicht fibrillären Zementes an. Da bei dem Objekt das Parodontium erhalten geblieben ist, wird auf einen den Schmelz überziehenden, verstärkten, verkalkten Saum hingewiesen, auf dessen Außenfläche parallel ausgerichtete Spindelzellen vorzufinden sind. Von der Mitte der Erhebung apicalwärts bildet sich eine zunehmend dicker werdende Schicht fibrillären Zementes aus. Abgegrenzt wird dieser Bereich durch eine schmale Zone von Präzement, dicht besetzt mit Zementoblasten. In der Wurzelhaut liegen verstreut zahlreiche Epithelnester, die teils schon völlig verkalkt, teils in Verkalkung begriffen sind.

Bei der Gruppe der komplizierten Schmelztropfen wölbt sich die Schmelzhaube stärker vor und aus dem Inneren des Dentin Kegels strahlen die Kanälchen in das Wurzel dentin hinein. Der Prismenverlauf des Schmelzes nähert sich dem des normalen, doch läßt häufig die Verkalkung zu wünschen übrig.

Es sei klar, meinen EULER und MEYER, daß diese Gebilde nicht nur aufgrund einer stärkeren Vermehrung der Schmelzepithelien allein entstanden seien.

Auch BÖHM (1938) beschreibt den Dentinkern zusammengesetzter Schmelztropfen. Die Dentinfasern zeigen sich gut und regelmäßig ausgeprägt und an der Peripherie verzweigt. Innerhalb des Zahnes unter dem Schmelztropfen ist die Dentinstruktur meist wellenförmig.

Auffallend sei das Vorkommen abnorm dicken Zementes wurzelwärts unterhalb des Schmelztropfens. Wegen seiner normalen Struktur und der Anwesenheit gut ausgebildeter Zementkörperchen könne er nicht sekundär gebildet sein, sondern müsse während der Entwicklung des Zahnes und des Schmelztropfens entstanden sein, welcher letzterer möglicherweise einen erhöhten Reiz auf das zementbildende Gewebe ausgelöst habe.

SHIOTA (1970) veröffentlicht eine schematische Zeichnung, aus der eine reaktive Dentinproduktion der Odontoblasten im Pulpenkavum gegenüber den verlängerten Dentinkanälchen eines aufsitzenden zusammengesetzten Schmelztropfens zu sehen ist.

E. Entstehung der Schmelztropfen

Bezeichnend für die Komplexität der Fragestellung nach der Ursache der Entstehung der Schmelztropfen an den prädisponierten Plätzen ist die Tatsache, daß bis heute keine annähernd hinreichende und klare Aussage über diesen Punkt gemacht werden konnte.

KANTOROWICZ (1904) interpretiert die von seinem Lehrer WALKHOFF geäußerten Gedanken. Dieser vertritt die Meinung, die Schmelztropfenbildung komme aufgrund von Aussprengungen von Odontoblasten während der Zahnbildung, verursacht durch Raummangel, zustande.

Die Auffälligkeit der Prädispositionsstelle: Bifurkation von mehrwurzeligen Zähnen = komplizierte Faltung von Gewebe, ließe den Schluß zu, daß möglicherweise einige Odontoblasten die Einziehung zur Wurzelteilung nicht mitmachten und so die Bildungsstätte der Schmelzanomalie würden. Dabei gäbe es graduelle Unterschiede, von der leichten Schmelzauflagerung bis hin zum losgelösten Zahngebilde.

KANTOROWICZ berichtet von SCHLENKER (1891), der die Schmelztropfen generell für überzählige Zähne hält, die mit den normalen verschmolzen sind.

Über BAUMES (1885) Vorstellungen schreibt der gleiche Autor folgendes: "Die Schmelztropfen wären Divertikel des Schmelzkeimes des Mutterzahnes, wobei angenommen wird, daß das Zurückbleiben der zugehörigen Odontoblasten eine Folge der Reizung durch die Ameloblasten des Divertikels sei."

WEDL (1901) vermutet eine längere Persistenz eines Streifens des Schmelzorganes, wodurch die protrahierte lokale Schmelzbildung zwischen den schon entwickelten Basalteilen der Wurzel veranlaßt wird. So entstünden aufgrund ihres Baues Schmelztropfen als "seitliche Sprossungen von Zähnen".

ADLOFF (1922) denkt bei der Schmelztropfenbildung an das plötzliche Wiederauftauchen von Eigenschaften, die seit unzähligen Generationen verschwunden sind (Atavismus), das heißt, es erscheinen phylogenetisch alte Zustände in ihrer damaligen normalen Beschaffenheit wieder.

Etwas differenziertere Aussagen kommen von Autoren, welche sich stärker mit dem Feinbau der Gewebe beschäftigten.

So wird der Hertwig'schen Epithelscheide eine ganz wesentliche Beteiligung zugesprochen durch Reaktivierung von Ameloblasten im Bereich der Wurzel. Elemente wie inneres und äußeres Schmelzepithel sowie Stratum intermedium und Stratum reticulare stellen dabei die aktiven Zellverbände dar.

FLEISCHMANN (1922) äußerte sich zu dem Entwicklungsmodus der einfachen Schmelztropfen, wonach die aus Schmelz bestehenden Tropfen dem normalen Dentin glatt aufliegen und sich aus den Resten der Epithelscheide entwickeln.

WESKI und CONTRERAS (1924) erlangten eingehende Erkenntnisse über die Bildung der Kronen-Wurzel-Grenze. Der produktiven Tätigkeit der einzelnen Zellschichten galt ihr besonderes Interesse.

So komme dem inneren Schmelzepithel eine doppelte Funktion zu, es rege die Oberfläche der Zahnkeimpulpa zur Bereitstellung von Odontoblasten und damit zur Dentinbildung an, zweitens wüchsen sich die Zellen nach erfolgter Dentinbildung zu zylindrischen Ameloblasten aus.

Auf jeden Fall sei im Bereich zu erwartender Schmelzbildung das innere Schmelzepithel von einer mehrschichtigen Zellage überzogen, dem sog. Stratum intermedium. Dieses werde durch

das nicht immer deutliche äußere Schmelzepithel gegen das Zahnsäckchen abgegrenzt. Nur das äußerste Ende der Epithelscheide bis zur Umschlagstelle sei eine streng zweiblättrige Form ohne derzeitige Schmelzbildungsmöglichkeit, da das Stratum intermedium fehle. Warum nun die Ausbildung dieser Zellschicht in einer bestimmten Höhe sistiert, bleibt vorläufig noch eine offene Frage.

Bei der Bildung der Wurzelbifurkation kommt es zum Entstehen von zwei gegenüberliegenden Epithelsporen, welche aneinander vorbeiwachsen, wobei es zur Dentinbildung kommt bevor die beiden sich vereinigen. Im Augenblick ihres Treffens hört die Zellteilung nicht auf, sondern es entsteht ein Haufen von Epithelzellen, die, wenn sie noch ihre schmelzbildenden Eigenschaften bewahrt haben, einen Schmelztropfen hervorbringen.

EULER und MEYER (1927) fanden innerhalb des zweiblättrigen Bereiches Stellen, die sich durch Ausbuchten des äußeren Schmelzepithels und einer stärkeren Vermehrung der darunterliegenden zentralen Zellen auszeichneten. Dieses aufgelockerte Gefüge könnte Ausgangsort für die Ausbildung eines Schmelztröpfchens sein. Die unregelmäßige Anordnung der ameloblastischen Zellen entspräche dem wirren Verlauf der Prismen im Tröpfchen.

MALASSEZ sieht es als ein Wunder der Natur an; er spricht von einer "plötzlichen Neubildung von Schmelz und Dentin bei Beginn der Wurzelformierung", die zur Entstehung eines Schmelztropfens führe (bei GÖLLNER 1927).

Eine bemerkenswert detaillierte Darstellung der Entwicklungsmöglichkeit von Schmelzanomalien im Wurzelbereich, finden wir bei GÖLLNER (1927), der seinen Kollegen ORBAN zitiert:

"Die Entwicklung der Wurzel geht so vor sich, daß die Hertwig'sche Epithelscheide den fixen Punkt darstellt, von dem aus das Wachstum peripherwärts erfolgt. Die Wurzel entsteht

demnach so, daß die Hertwig'sche Epithelscheide, die während des ganzen Vorganges im großen und ganzen an ihrer Stelle verharret, den Reiz zur Dentinbildung auf die Odontoblasten ausübt und das neugebildete Dentin der Wurzel sich mit der ganzen Zahnkrone kauflächenwärts verschiebt. Dabei können sich die Schmelzepithelien an der Schmelzzementgrenze je nach dem Grade der Aktivität verschieden verhalten. Normalerweise werden durch das rasche, peripherwärts gerichtete Wachstum der Wurzel, mit dem die Zellteilung im Epithel nicht Schritt hält, die Zellen am oberen Teil der Hertwig'schen Epithelscheide abgerissen und von der wachsenden Wurzel mitgenommen, so daß sie dann im Bindegewebe entlang der Wurzeloberfläche als MALASSEZ'sche Epithelnester zu finden sind.

Wenn nun das Epithel sehr aktiv ist, so kann es eine Zeit lang sich stärker vermehren, als es der Norm entspricht und dadurch wird dann das Dentin auf eine längere oder kürzere Strecke von einer zusammenhängenden Epithelschicht bedeckt sein. Es kann da entweder dauernd als Epitheldecke am Dentin bleiben oder einen einfachen Schmelztropfen bilden."

Bestätigt wird diese Annahme durch ein interessantes Ergebnis BAUERS (1928), der bei experimentellen Untersuchungen an zahnkeimgeschädigten Prämolaren junger Hunde die Möglichkeit zur Bildung von Schmelz an anormaler Stelle im Wurzelbereich herausfinden wollte.

Durch Teilung der Hertwig'schen Epithelscheide und Ausbildung einer Schmelzpulpa kam es zur Schmelzauflagerung auf Wurzel-dentin.

Sämtliche Entwicklungstheorien beschäftigen sich vornehmlich mit den einfachen Schmelztropfen. Da einige Autoren ganze Serien vom kleinsten einfachen Schmelztröpfchen bis hin zum fast separaten Zahngebilde vorzeigen können, schließen sie auf einen einheitlichen Entstehungsmechanismus (VIRCHOW 1886, BAUME 1890, GÖLLNER 1927).

Dagegen sprechen GOTTLIB (1921), FLEISCHMANN (1922), EULER und MEYER (1927), GÖLLNER (1927), PFLÜGER (1931), auch von einer unterschiedlichen Entwicklungsweise einfacher Schmelztropfen gegenüber den komplizierten. Ihre Argumente sind der große Unterschied in der äußeren Erscheinung sowie die angeblich wesentlich höhere Vorkommensdichte der einfachen Bildungsform. Damit soll ein indirekter Beweis erbracht sein.

Eine weitere interessante Erkenntnis liegt vor in der Feststellung, daß, wo Schmelztropfen zu finden sind auch in erhöhtem Maße Schmelzsporne in den Bifurkationen der Molaren ausgebildet seien (GOTTLIB 1921 u. a.).

Dieses bezieht sich aber vorwiegend auf die einfache Art der Schmelzauflagerungen, denn bezogen auf die komplizierten Schmelztropfen gibt es keine derartig auffallende Abhängigkeit, was für eine unterschiedliche Genese sprechen soll (RISNES 1974). Trotz intensivster Bemühungen mehr Licht in den Entwicklungsmodus zu bringen, ist der eigentlich auslösende Faktor für die Bildung eines Schmelztropfens im Wurzelbereich bis heute nicht bekannt.

F. Klinische Bedeutung

Die klinische Bedeutung der Schmelztropfen wird im allgemeinen nicht hoch bewertet oder gar abgestritten (FLEISCHMANN 1922, GÖLLNER 1927, GREWE und MESKIN und MILLER 1965).

In einer Abhandlung über Schmelztropfen weisen PORT-EULER (1929) auf die geringe klinische Bedeutung hin, welche unter Umständen nur in einer begünstigten Taschenbildung zu sehen wäre.

GOLDSTEIN berichtet 1979 über einen Fall von akuter "Periodontitis" an einem oberen ersten Molaren. Ausgelöst wurde die Taschenbildung distal des Zahnes durch das Vorhanden-

sein eines Schmelztropfens im Gingivalbereich. Nach Entfernung der exzessiven Schmelzauflagerung und Glättung der Wurzeloberfläche heilte die Entzündung innerhalb eines Monats aus.

Auch VANDERSALL (1979) weist Bezug nehmend auf die Veröffentlichung von GOLDSTEIN auf die nicht abzulehnende klinische Bedeutung hin, obwohl derartige Fälle eben sehr selten vorkommen werden.

Einen dieser seltenen Fälle registrierte die Zahnklinik der FU-Berlin im Jahre 1975. Ein parodontitisch erkrankter erster oberer Molar wurde über Tage lokal behandelt. Das Krankheitsbild verschlechterte sich durch eine Sinusitis maxillaris, welche feststellbar dentogenen Ursprungs war. Nach Entfernung des Zahnes, der einen großen Schmelztropfen in seiner Wurzelbifurkation aufwies, heilte der Beschwerdebereich ohne große Komplikationen aus.

G. Elektronenmikroskopische Erkenntnisse

a. Rasterelektronenmikroskopische Erkenntnisse

Erkenntnisse über die Oberflächenbeschaffenheit von Objekten sind mit dem Rasterelektronenmikroskop zu gewinnen. Dieses Hilfsmittel gestattet es allerfeinste Strukturen von Oberflächen darzustellen, welche auch bei der Erforschung von Schmelztropfen interessieren.

Erstmals beschreibt FUNAKI 1975 die mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops dargestellten Oberflächen von Schmelztropfen.

Die wesentlichen Ergebnisse sind:

Die Oberfläche von Schmelztropfen ist rau und weist schlüsselförmige Vertiefungen von etwa 50 μ Durchmesser auf. Der Boden ist übersät mit kugelförmigen, irregulären, rauhen körnigen Strukturen unterschiedlichster Größe. Am Rande der

Schmelztropfen sind stark vernetzte, weitmaschige Gebilde zu erkennen. Kurze Fortsätze bzw. Vorsprünge von etwa 20 μ Durchmesser zeichnen sich sporadisch auf der Oberfläche der Schmelztropfen ab. Stabförmige und irreguläre Kristalle wurden am Rande dieser Fortsätze beobachtet. Auf der natürlichen Oberfläche der Schmelztropfen erscheinen stellenweise irreguläre degenerierte Büschelenden.

1976 untersuchte FUNAKI den von Schmelz befreiten Dentinkegel eines Schmelztropfens und konnte folgendes feststellen:

Der größte Teil der Dentineoberfläche eines Schmelztropfens zeigt viele irreguläre Dentingrübchen verschiedenster Größe. Die Ausgänge der Dentinkanälchen münden unregelmäßig im Boden der Dentingrübchen. Große Löcher liegen verstreut zwischen den Gruppen der Dentingrübchen. Flächenweise ist die Dentineoberfläche hypomineralisiert.

TAKIGUCHI und FUNAKI (1976):

Die polierte und mit 0,1 %iger Salzsäure angeätzte Querschnittsfläche eines oberen 3. Molaren mit aufsitzendem halb-kugelförmigen Schmelztropfen ergab folgendes Bild:

Der Teil der Schmelzkappe des Tropfens zeigt eine leicht bewegte Struktur von Schmelzkristallen, zwischen denen verstreut kleine, ungenügend verkalkte inselförmige Stellen liegen, die einen auffallend hohen Anteil organischer Substanz enthalten. Das Dentin des Tropfens macht einen im allgemeinen normalen Eindruck. Gelegentlich sieht man Dentinkanälchen mit extrem großem Durchmesser.

Im zentralen Teil des Dentinkegels des Tropfens sind großflächige unregelmäßige Interglobulardentinbereiche zu erkennen.

Auf der Schmelztropfenseite der Interglobularraum-Grenzlinie zeigt sich das Dentin normal in Dichte und Verlaufsrichtung, wogegen zum Zahninneren hin die Zahl der Dentinkanälchen stark reduziert erscheint. Die Begrenzungen der Interglobularräume sind uneben und enthalten viele Öffnungen von Dentinkanälchen.

Die Oberfläche des Interglobulardentins war manchmal bedeckt mit einer netzartigen "Fasermatrix".

Häufig zeigte sich ein Wall aus Sekundärdentin im Bereich des Pulpenkavums gegenüber der Ansatzstelle des Schmelztropfens. Dieses Sekundärdentin setzte sich zusammen aus hyalinem azellulärem Dentin von homogener Struktur, wobei aber auch gelegentlich Dentinkanälchen gefüllt mit organischer Substanz zu erkennen waren.

Die Oberfläche der zur Krone hin gerichteten Wurzelfläche ist bedeckt mit azellulärem Zement, während der apical gerichtete Teil der Wurzel mit Zement zellulärer Struktur bedeckt ist.

1977 schreiben die gleichen Autoren (TAKIGUCHI und FUANKI):

"Es war auffallend, daß der größte Teil der freigelegten Dentinoberfläche der Schmelztropfen mit zahllosen großen und kleinen unregelmäßig begrenzten Dentinegrübchen versehen ist, welche gegenseitig abgegrenzt werden von relativ klaren erhabenen Rändern, Strukturen, die in gleicher Weise die Dentinoberfläche im Bereich der normalen koronalen Region auszeichnen, wie sie von MIYAUTI und AOKI beschrieben wurden."

b. Transmissionselektronenmikroskopische Erkenntnisse

Trotz umfangreicher Versuche die Struktur und Genese der Schmelztropfen darzustellen, wurde bisher die Möglichkeit vernachlässigt, die Ultrastruktur der Schmelzanomalie transmissionselektronenmikroskopisch zu untersuchen.

H. Interglobulardentin und Tomes'sche Körnerschicht im Vergleich

In den letzten Jahren wurden entscheidende Fortschritte auf dem Gebiet der Darstellung des Interglobulardentins und der Tomes'schen Körnerschicht erzielt. Die Kenntnis dieser Ultrastrukturen soll für die vorliegende Untersuchung von Schmelztropfen zum Vergleich herangezogen werden.

Dazu einige erklärende Worte:

CZERMAK wies 1850 auf interglobuläre Lücken hin, die als abweichende Bezirke vom normalen Aufbau des Dentins zu beobachten sind. Diese Interglobularräume befinden sich zwischen den verkalkten Globuli des Dentins. Ihr Vorkommen entlang der Wachstumslinien im Kronenbereich des Zahnes ließ den Schluß zu, daß hier Mineralisationsstörungen vorliegen, die sich in unverkalkten Bezirken der Dentinegrundsubstanz manifestieren.

Grundlage dieser Überlegung waren Befunde, bei denen festgestellt wurde, daß z. B. nach aufgetretener Rachitis vermehrt Interglobulardentin gebildet wird.

Eine nachträgliche Mineralisation und Verkalkung der Interglobularbezirke wird nicht ausgeschlossen. RUDAS (1901) kommt zu diesem Schluß, da ältere Zähne ein auffallend geringeres Auftreten dieser Störstellen zeigen.

Über den Inhalt dieser Interglobularräume erlangte man durch die Arbeiten mit dem Elektronenmikroskop von de FAZIO (1963) und HELMCKE (1966) mehr Klarheit. Während de FAZIO an entmineralisiertem Material keine kollagenen Fibrillen der Grundsubstanz des Dentins finden konnte und nur granuläre, elektronendichtere polygonale Agglomerate als Inhalt der Räume beobachtete, konnte HELMCKE in seinen Präparaten die typische Ultrastruktur der kollagenen Fibrillen darstellen.

Die Beziehung der Dentinkanäle zu den Interglobularbezirken wurde von den verschiedensten Autoren unterschiedlich dar-

gestellt.

Die meisten sind der Ansicht, daß die Kanäle durch die Interglobularräume hindurchgehen (MEYER 1951, HELMCKE 1966). CZERMAK (1850) beschreibt Dentinkanäle als durch die Interglobularräume unterbrochen. Veränderungen der Dentinkanäle beim Durchgang durch die Interglobularräume wurde von MEYER (1951) beobachtet. Er stellte eine Durchmesserzunahme sowie eine mit zunehmendem Alter stärker werdende Mineralisation dieser Passierstellen fest. Somit unterliegen sie einer mehr oder weniger starken Ausgeprägtheit und Auffälligkeit.

Als Fortsetzung des Interglobulardentins in den Wurzelbereich wurde die in der Literatur als Tomes'sche Körnerschicht beschriebene Zone parallel der Dentin-Zement-Grenze angesehen. Hierbei soll es sich ebenfalls um interglobuläre Räume handeln, welche nur viel kleiner sind, aber wesentlich zahlreicher auftreten. DICKMANN (1925), MEYER (1924), ADLOFF (1930) u. a. sehen keinen Unterschied zwischen Interglobulardentin und Tomes'scher Körnerschicht.

Anderer Ansicht sind im Laufe der Jahre HANNOVER (1855), RUDAS (1893), WALKHOFF (1901), HANAZAWA (1923), BENCZE (1927) sowie KUNG (1970).

HANNOVER will hierbei ein Stratum intermedium sehen, einen ursprünglich hellen, strukturlosen Saum, in dem grobkörnige und undurchsichtige Kalkmassen sich ablagern.

RUDAS glaubt als Unterschied zum Interglobulardentin der Krone in der Tomes'schen Körnerschicht Zellen gefunden zu haben, sowie eine engere Beziehung zum Wurzelzement als zum Dentin feststellen zu können. Dentinkanäle in den Störbezirken der Wurzel konnte er nicht nachweisen.

WALKHOFF erklärt den graduellen Unterschied der Interglobularräume im Kronen- und Wurzelbereich damit, daß das Interglobulardentin erst nach einer Zone normal ausgebildeten Dentins durch Mineralisationsstörung entstehe, während die Tomes'sche Körnerschicht sofort in der ersten Bildungsphase des peripheren Dentins der Wurzel angelegt wird. Ein Ver-

schwinden der "coronalen Körnerschicht" wird mit Resorption während der Schmelzbildung erklärt.

HANAZAWA ist ebenfalls der Ansicht, daß die Tomes'sche Körnerschicht nicht eine Gruppe kleinerer Interglobularräume sei. Es fehlten die typischen regelmäßig gebogenen Linien. Die Formen seien vielmehr unregelmäßig, birnen-, keulen- und sternförmig gestaltet.

KUNG beschäftigt sich eingehend mit der Frage des Unterschiedes zwischen Interglobulardentin und Tomes'scher Körnerschicht. Er stellt mit Hilfe des Elektronenmikroskopes die Ultrastrukturen der Tomes'schen Körnerschicht dar. Die Körner erwiesen sich als nicht kanalisierte Störbezirke in Form von unscharf begrenzten polygonalen Räumen, denen die klare globuläre Abgrenzung fehlt, wie sie den Räumen des Interglobulardentins eigen ist.

Ein weiterer Unterschied zum Aufbau des coronalen Dentins besteht darin, daß die Tomes'sche Körnerschicht unter einer einige hundert Mikrometer dicken nicht kanalisierten Dentschicht liegt. Erst jenseits der Körnerschicht beginnen die pulpenwärts verlaufenden Dentinkanälchen.

Schlußfolgerungen aus den unterschiedlichen Ausprägungsgraden des Kronen- und des Wurzel Dentins finden sich nur bei LENZ und KUNG.

Diese sehen den Grund für die festgestellten Unterschiede, die zur Ausbildung des Interglobulardentins führt, in einer Induktionswirkung der Ameloblasten auf die Odontoblasten.

Sollte dies der Fall sein, müßte also im Wurzelbereich, in dem sich sonst lediglich die Tomes'sche Körnerschicht befindet, Interglobulardentin im Bereich von Schmelztropfen anzutreffen sein.

Dieses nachzuprüfen soll Aufgabe der vorliegenden Untersuchung sein.

3. MATERIAL UND METHODE

A. Material

Die Zähne, welche zur näheren Untersuchung gelangten, entstammten Sammlungen von Berliner Zahnärzten und der Zahnklinik der FU-Berlin. Etwa 500 beliebige Zähne wurden makroskopisch geprüft, ob im Bereich unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze schmelzähnliche Bildungen zu erkennen wären. Teilweise mußten vor der Prüfung noch Reste des Parodonts entfernt werden, um eine eingehende Sicht zu ermöglichen. Dazu wurden die Zähne in 30 %iges Wasserstoffsuperoxyd zur Desinfektion und Auf- bzw. Ablösung weichgeweblicher Reste gelegt, die unter Lupenvergrößerung mit dem Skalpell von der Zahnoberfläche vorsichtig entfernt werden konnten.

Bei fünf Zähnen zeigten sich trotz der geringen Wahrscheinlichkeit auf Erfolg perlenförmige Gebilde mit schmelzartigem Überzug.

Diese Zähne wurden besonders fein gesäubert und registriert.

B. Methode

Nachdem die Schmelzauflagerungen zur Dokumentation fotografiert worden waren, folgte eine Röntgenbilddarstellung. Diese sollte zeigen, in welchem Maße bei der intraoralen Röntgenuntersuchung eine Diagnose "Schmelztropfen" möglich sei, wenn die typische Zeichnung dieses Gebildes ohne weitere Überlagerungseffekte bekannt wäre.

Um an den für die eigentliche Fragestellung interessierenden Bereich gelangen zu können, wurden einige Zähne in Kunstharz (Mikropal) eingebettet. Hierauf erfolgte unter Verwendung einer Schneidemaschine der Firma Dr. STEG & REUTER mit einer rotierenden Diamantscheibe und Wasserberieselung das Heraustrennen je einer etwa 0,6 mm dicken Scheibe Zahnmaterials im Be-

reich des größten Durchmessers der Schmelzauflagerung. Die Schnitte erfolgten von coronal nach apical, so daß jedes Präparat den Längsschnitt von Krone und Wurzel zeigt.

Mit Karborundpulver, Bimsstein, Schlämmerkide und Wasser wurden die Stücke nacheinander von Hand auf etwa 0,1 mm Schichtdicke gebracht und zur lichtmikroskopischen Betrachtung zwischen zwei Deckgläser in Canadabalsam eingebettet.

Zur Dokumentation stand ein Lichtmikroskop "Ortholux" - "Orthomat" der Firma E.-LEITZ-GmbH zur Verfügung, mit dem fotografische Aufnahmen bis zu 40facher Vergrößerung hergestellt werden konnten.

Für die weitere Untersuchung wurde ein Schliff ausgewählt, der den Bau eines typischen komplizierten Schmelztropfens zeigte. Dieses Präparat sollte als erstes einer Oberflächenstrukturanalyse mit Hilfe eines Raster-Elektronenmikroskops unterzogen werden, wozu die Deckgläser entfernt werden mußten. Die dann freiliegende Querschnittfläche wurde für 60 Sekunden einer 50 %igen gepufferten Phosphorsäurelösung ausgesetzt, zur Neutralisation gewässert und anschließend gut getrocknet.

Für die Betrachtung im Raster-Elektronenmikroskop des Typs STEREOSCAN 150 der Firma Cambridge bei ca. 10 KV Strahlspannung war die Montage auf einer Objektträgerplatte nötig und das Aufdampfen eines extrem dünnen Goldfilmes. Das Aufzeichnen der gewonnenen Bilder konnte mit einer am Monitor befestigten Fotokamera geschehen.

Der zweite Teil der Untersuchung sollte die Feinstruktur des Zahnes mit Hilfe eines Transmissions-Elektronenmikroskops aufklären.

Dazu war es nötig, das Präparat vorsichtig von der Objektträgerplatte zu lösen und in eine Gelatine kapsel zu bringen, welche mit Mikropal (+ Katalysator + Aktivator) aufgefüllt und

einer Polymerisation bei 60 °C über 24 Stunden unterzogen wurde.

Bevor das Präparat in einen speziellen Halter eingespannt werden konnte, der das Anspitzen mit einer Trimmmaschine der Firma C. REICHERT, Typ TM 60, ermöglichte, wurde die Kapsel entfernt. Die zu untersuchenden Bereiche des Präparates mußten in der Spitze einer vierseitigen Pyramide zu liegen kommen um optimal ultradünne Schnitte zu erhalten.

Von dem so vorbereiteten Präparat wurden mit Diamantmessern am Ultramikrotom (ULTRACUT der Firma REICHERT) Schnitte von 600 - 700 Å Stärke hergestellt und nach der Streckung mit Chloroformdämpfen in 20 %igem Alkohol mit formvarbefilmten Kupfernetzen von 3 mm Durchmesser aufgefangen.

Die transmissionselektronenmikroskopischen Untersuchungen erfolgten mit einem ELMISKOP IA der Firma SIEMENS & HALSKE AG bei einer Strahlspannung von 80 KV.

Auch diese Ergebnisse konnten fotodokumentiert werden.

4. ERGEBNISSE

A. Makroskopische Befunde

Nach eingehender Säuberung der Zahnoberflächen konnten sechs Schmelztropfen an fünf Zähnen entdeckt werden (Abb. 1, 4, 6, 8), ein Zahn besaß zwei Objekte (Abb. 4). Die tropfenförmigen Schmelzauflagerungen zeigten sich in den Bifurkationen der betroffenen Molaren, wobei in einem Fall eine Verbindung mit dem Kronenschmelz vorlag.

Die Größen der Anomalien betrugen 0,6 mm, 0,9 mm, 1,3 mm, 1,4 mm, 2,2 mm und 3,5 mm im Durchmesser.

Ihre Form war überwiegend kugelig rund.

Der größte Tropfen zeigte eine eher spitze, flammenförmige Schmelzkappe, die einem eigenständigen Zähnchen ähnlich kam, dessen Wurzelstock mit dem des Hauptzahnes verschmolzen war (Abb. 8).

Eine Darstellung der Schmelztropfen im Röntgenbild sollte zeigen, inwieweit diese Schmelzanomalie im Wurzelbereich zu erkennen wäre.

Dazu wurden zwei Röntgenaufnahmen mit zueinander im rechten Winkel stehenden Aufnahmerichtungen gefertigt.

Die Auswertung der Röntgenbilder ergibt strahlendichtere Bezirke im Bereich der Schmelztropfen. Die meist rundliche Form der Schmelztropfen ist gut zu erkennen, wobei Überlagerungen mit den Wurzelanteilen oder Überstrahlungseffekte verzeichnend wirken (Abb. 2, 3).

So spielt ebenfalls die Aufnahmerichtung eine Rolle, denn nicht aus jeder Position ist der zusätzliche Schmelzbezirk gleich gut zu diagnostizieren.

In einem Fall liegt eine intraorale Röntgenaufnahme einer klinischen Situation vor (Abb. 9), wo der Schmelztropfen als zusätzlicher strahlendichter Bezirk im Parodont wahrzunehmen ist. Zu dieser Deutung kam es allerdings erst nach Extrak-

tion des Zahnes, da die klinische Aufnahme Überlagerungseffekte zeigt.

Die Laborröntgenbilder stellen dagegen den Sachverhalt klar dar, wobei ein relativ großer kreisförmiger Bezirk im Bereich der Wurzelbifurkation erscheint (Abb. 10, 11).

B. Lichtmikroskopische Befunde

Drei Zähne wurden so präpariert, daß von ihnen je ein Vertikalschnitt durch den größten Durchmesser des Schmelztropfens hergestellt werden konnte (Abb. 12, 13, 14). Diese extrem dünnen Schliffe ermöglichen schon recht genaue Aussagen über die Strukturen der Dentin-Grenzschichten im lichtoptischen Auflösungsbereich zu machen:

Auf dem Dentin liegend zieht der normal ausgebildete Schmelz der Zahnkrone an Stärke abnehmend apicalwärts bis zum Übergang auf das Wurzelzement. Dieses überbrückt eine gewisse Strecke bis hin zum Schmelztropfen, dessen Schmelzkappe sich über das Niveau der Wurzeloberfläche erhebt (Abb. 15 a, 16 a).

Während die Stärke der Zementschicht zwischen Krone und Schmelztropfen einen eher normalen Wert aufweist, ist die apical der Anomalie sich fortsetzende Schicht häufig extrem dick (hyperplastisch) ausgebildet.

Die Zeichnung des Kronendentins unterhalb des Kronenschmelzes ist gut ausgeprägt. Die parallele, gleichförmige Richtung der Kanälchen bis an die Dentin-Schmelz-Grenze läßt sich im Bild erkennen. Eine Schicht von Störstellen in Form von Interglobularräumen ist gelegentlich festzustellen.

Im Bereich der das Wurzel dentin bedeckenden Zementschicht erkennt man ein Sichlösen der Dentinkanälchen von der Grenzschicht und eine Zunahme von Strukturstörstellen innerhalb des Dentins. Diese in großer Anzahl vorliegenden Störbezirke stellen in ihrer Gesamtheit die als Tomes'sche Körnerschicht

bekannte Zone dar.

Schon die lichtoptische Betrachtung läßt vermuten, daß die Dentinkanälchen in diesem Bereich, der sich mehrere hundert Mikrometer unterhalb der Grenzschicht befindet, enden.

Betrachtet man nun den Schmelztropfen, dessen Schmelzkappe auf einem mehr oder weniger großen Dentinkegel sitzt oder sich nur über die glatte Dentinoberfläche der Wurzel gelegt hat (Abb. 15 b, 16 b), so fällt die gleichförmige Strukturbeschaffenheit der an und in den Schmelzbezirk heranführenden Dentinkanälchen auf.

Das Bild ähnelt dem des Kronendentins!

Die Kanälchen ziehen von der Peripherie der Dentin-Schmelzgrenze aus gerade, gleichförmig geschwungen, aber auch stark gewellt, ohne erkennbare Unterbrechung in die Wurzeltiefe.

Beim Vorliegen eines komplizierten Schmelztropfens mit Dentinkegel passieren die Dentinkanälchen die als Basis bezeichnete Enge und schieben sich am Rande des "Flaschenhalses" wegen Platzmangels zu stärker komprimierten Bündeln zusammen.

Relativ unscharf markiert ist der Übergang zum Schmelz des Tropfens, bedingt durch die Überlagerungen innerhalb der Schliffschichtdicke.

Der Schmelz erscheint überwiegend homogen mineralisiert.

Gelegentlich sind hypomineralisierte Partien zu erkennen, doch lassen sich auch Zonen ausmachen, in denen der Schmelzprismenverlauf gut zu verfolgen ist.

C. Rasterelektronenmikroskopische Befunde

Die Aufnahmen der angeätzten und goldbedampften Querschnittsflächen der mit Schmelztropfen behafteten Zähne zeigen im Kronenbereich die allgemein bekannte Schmelzstruktur der Prismen (Abb. 17). Je nach Anschnitttrichtung ist eine mehr oder weniger starke Profilierung zu erkennen.

Auf der anderen Seite der Grenzlinie ist das Bild des Kronendentins mit seiner Struktur abgebildet (Abb. 18). Angeschliffene Dentinkanälchen verlaufen parallel ausgerichtet durch den Bildausschnitt. Vereinzelte Grübchen stellen die Endöffnungen in die Tiefe ziehender Kanäle dar.

Die Vergleichsaufnahmen vom Schmelz des Schmelztropfens ergeben gleiche Strukturbeschaffenheit (Abb. 19). Auch hier sind die Schmelzprismenbündel in ihrer charakteristischen Weise gut zu erkennen.

Das Bild der Dentinschicht unterhalb der Schmelzkappe (Abb. 20) zeigt viele kleine Krater in der Oberfläche, welche die Eingänge zu den hauptsächlich quer getroffenen Dentinkanälchen markieren.

D. Transmissionselektronenmikroskopische Befunde

Die ultrafeinen Serienschritte, angefertigt in verschiedenen Bereichen entlang der Wurzelperipherie, ergeben folgendes Bild der Strukturbeschaffenheit der Zahnhartsubstanzen des Schmelztropfens sowie für dessen nähere Umgebung.

Vergleiche zwischen der coronal des Schmelztropfens gelegenen Zementschicht und der angrenzenden Dentinsubstanz zeigen eine feine, kleinkristalline Struktur des Zementes (Abb. 22), gegenüber der als Dentin zu identifizierenden Schicht, in der die Kristalle etwa zehnmal größer sind (Abb. 23).

In dem ausgewählten Bildausschnitt befinden sich an der gleichmäßigen Querstreifung der organischen Matrix gut erkennbar noch nicht vollständig mineralisierte kollagene Fibrillen.

Diese Dentinstrukturen treten im einige hundert Mikrometer unterhalb der Zement-Dentin-Grenze liegenden Bereich der als Tomes'sche Körnerschicht bekannten Störstellenzone auf, wie Abbildung 21 zeigt.

Ein Schnitt von tieferliegendem Dentin in der Nähe des coronalen Endes der Schmelztropfenkappe zeigt Dentin feingranulären zementoiden Charakters, in welchem ein unscharf begrenztes Dentinkanälchen zu erkennen ist. Diese relativ wolzig strukturierten Prismenverläufe werden tangiert von einer Zone höher entwickelten Dentins, worin eine bevorzugte Verlaufsrichtung der stärker mineralisierten Fibrillen zu erkennen ist (Abb. 24, 25).

Ein Bild aus den unter dem Schmelztropfen pulpawärts gelegenen tieferen Dentinschichten der Wurzel zeigt ein hoch entwickeltes Dentin sowie einen Kanal, ausgekleidet von dichter peritubulärer Dentinsubstanz (Abb. 26).

Diese aus der näheren und weiteren Umgebung des Schmelztropfenbereichs zur Dastellung gelangten Verhältnisse sollen ergänzt werden durch Aufnahmen der Zahnhartsubstanzen beiderseits der Schmelz-Dentin-Grenze der anormalen Schmelzauflagerung.

Die Aufnahmen der Grenzschicht vermitteln durch die direkte Gegenüberstellung von Dentin und Schmelz deren Strukturunterschiede.

Wurzelwärts der Übergangszone zeigt sich das feingranuläre, aus mineralisierten kollagenen Fibrillen gezogene Maschenwerk des Dentins. Teilweise ist die Kollagenperiodizität zu erkennen (Abb. 27).

Ein weiterer Schnitt, angelegt wenige Mikrometer unterhalb der vorher beschriebenen Zone (Abb. 28), weist durch Ausreifung von Hydroxylapatitkristalliten auf einen hohen Entwicklungsstand des Dentins hin. Die organische Matrix tritt dabei völlig in den Hintergrund.

Ein äußerst bemerkenswerter Befund ist die Anwesenheit von Dentinkanälchen, ausgekleidet von dichter Dentinsubstanz. Das Lumen wird von in die Peripherie ziehenden Odontoblastenfortsätzen ausgefüllt.

Auf der anderen Seite der Schmelz-Dentin-Grenze des in Abb. 27 gezeigten Objektes befinden sich die Schmelzprismen, welche in einer gut erkennbaren Verlaufsrichtung senkrecht zur Grenzlinie geordnet vorliegen.

Deren Mikrostruktur besteht aus in Prismen zusammengelagerten Hydroxylapatitkristalliten, wie sie in Abb. 29 in hoher Bildauflösung zur Darstellung gelangen.

Hier sind Felder zu erkennen, in denen eine gleichartige Orientierung aller Kristallite vorliegt. Die Felderung kommt durch den Anschnitt des räumlich zu sehenden Prismas zustande, wodurch Bündel verschiedener Verlaufsrichtung getroffen werden, die als unterschiedlich strukturierte Bezirke in Erscheinung treten.

E. Abbildungen

- | | |
|--------|--|
| Abb. 1 | Obere Molaren mit Schmelztropfen |
| Abb. 2 | Röntgenbild des rechten Molaren aus Abb. 1 in transversaler Aufnahmerichtung |
| Abb. 3 | Röntgenbild des rechten Molaren aus Abb. 1 in sagittaler Aufnahmerichtung |
| Abb. 4 | Oberer Molar mit zwei Schmelztropfen |
| Abb. 5 | Gleicher Molar wie Abb. 4, jedoch zweiter Schmelztropfen dargestellt |
| Abb. 6 | Oberer Molar mit Schmelztropfen |
| Abb. 7 | Unterer Molar mit gut ausgeprägtem Schmelzsporn oder Schmelznase |

- Abb. 8 Oberer Molar mit Schmelztropfen
- Abb. 9 Klinisches Röntgenbild zum Molaren der Abb. 8
- Abb. 10 Röntgenbild des Molaren aus Abb. 8 in transversaler Aufnahmerichtung
- Abb. 11 Röntgenbild des Molaren aus Abb. 8 in sagittaler Aufnahmerichtung
- Abb. 12-14 Übersichtsaufnahmen lichtmikroskopischer Schnitte von mit Schmelzauflagerungen behafteten Molaren
- Abb. 12 Schmelztropfen mit ausgeprägtem Dentinkegel
- Abb. 13 Schmelztropfen als Wurzelauflagerung
- Abb. 14 Schmelztropfen mit Dentinkern und glatt aufgelagertem Schmelzbelag
- Abb. 15-16 Ausschnittvergrößerungen der Präparate aus Abb. 12 und 13
- Abb. 15 a Übersichtsaufnahme der peripheren Dentinzone aus Abb. 12
- Abb. 15 b Schmelztropfen aus Abb. 12, vergrößert um das 40fache zum Original
- Abb. 16 a Übersichtsaufnahme der peripheren Dentinzone aus Abb. 13
- Abb. 16 b Schmelztropfen aus Abb. 13, vergrößert um das 40fache zum Original

<u>Abb. 17-20</u>	Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen
Abb. 17	Schmelzprismen des Kronenschmelzes
Abb. 18	Dentinoberfläche aus dem Bereich der Krone
Abb. 19	Schmelzprismen aus dem Bereich der Schmelz- kappe eines Schmelztropfens
Abb. 20	Quer getroffene Dentinkanälchen aus dem Be- reich des Dentinkegels des Schmelztropfens
<u>Abb. 21-29</u>	Transelektronenmikroskopische Aufnahmen
Abb. 21	"Störstelle" aus der Tomes'schen Körnerschicht
Abb. 22	Kleinkristalline Struktur vom Wurzelzement
Abb. 23	Dentin aus dem peripheren Wurzelbereich
Abb. 24	Wurzeldentin zementoiden Charakters
Abb. 25	Wurzeldentin von nicht so hohem Entwicklungs- grad
Abb. 26	Hochentwickeltes Dentin mit Kanälchen
Abb. 27	Kontaktzone von Schmelz und Dentin aus dem Bereich eines Schmelztropfens
Abb. 28	Dentin der peripheren Schmelztropfenzone, kanalisiert und von hohem Entwicklungsstand aufgrund der guten Mineralisation
Abb. 29	Angeschnittenes Schmelzprisma aus der Schmelz- kappe eines Schmelztropfens



1



2



3



4



5



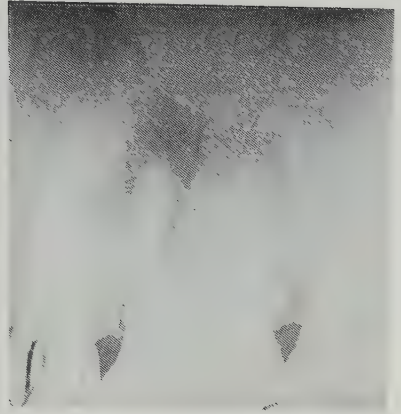
6



7



8



9



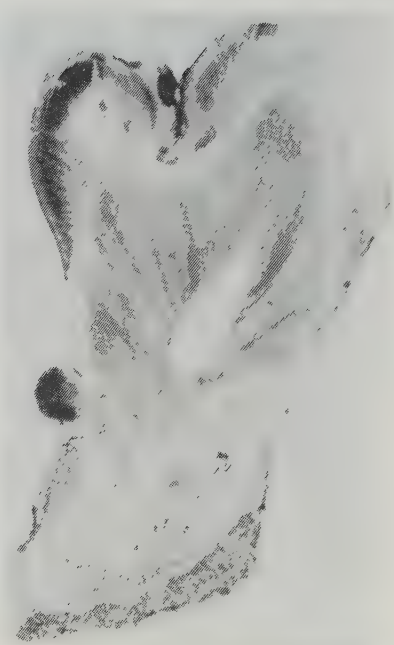
10



11



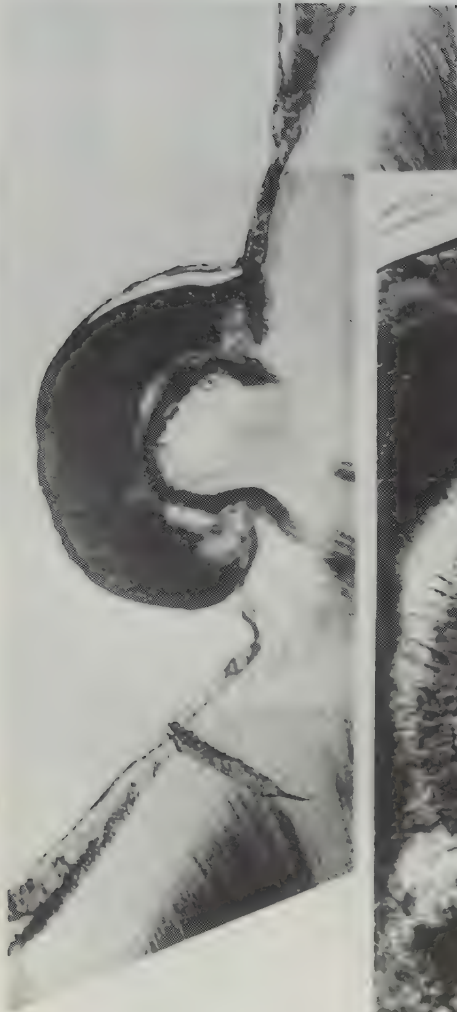
12



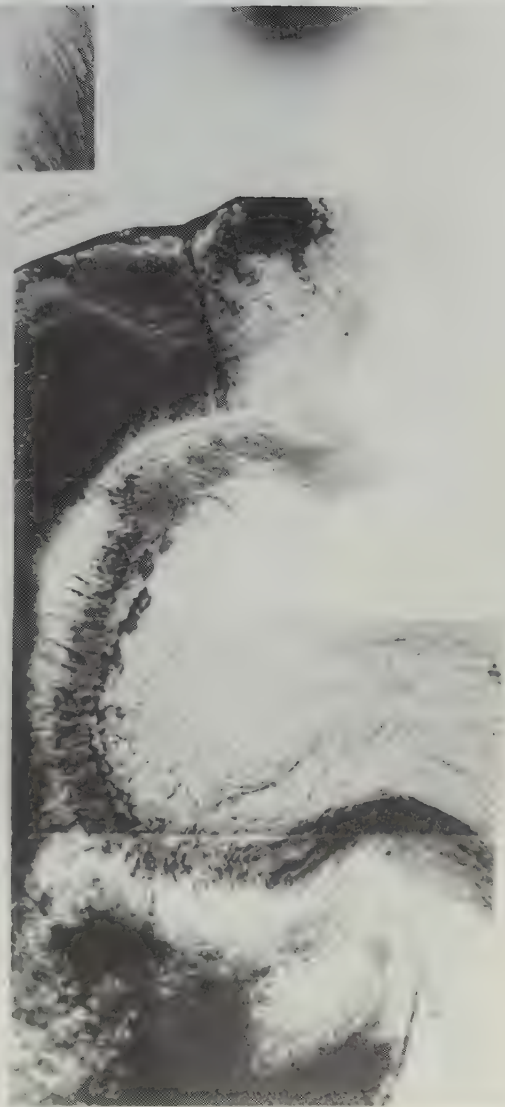
13



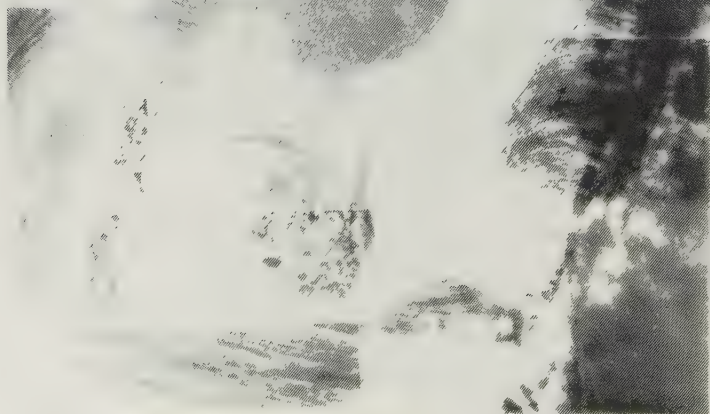
14



15a

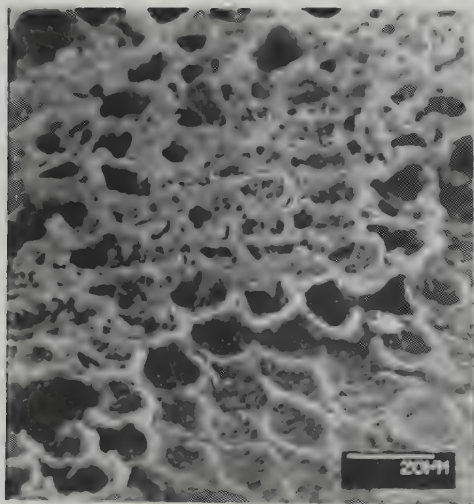


15b

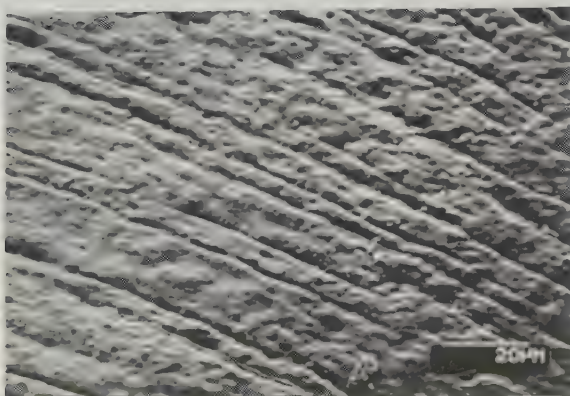


16 a

16 b



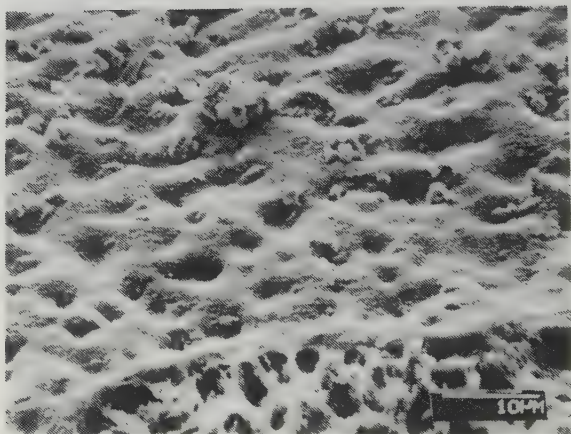
17



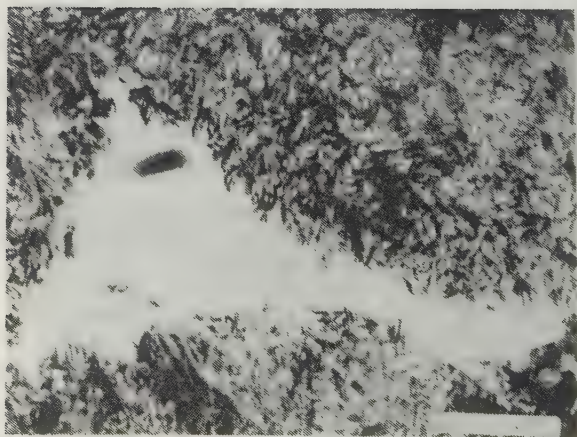
18



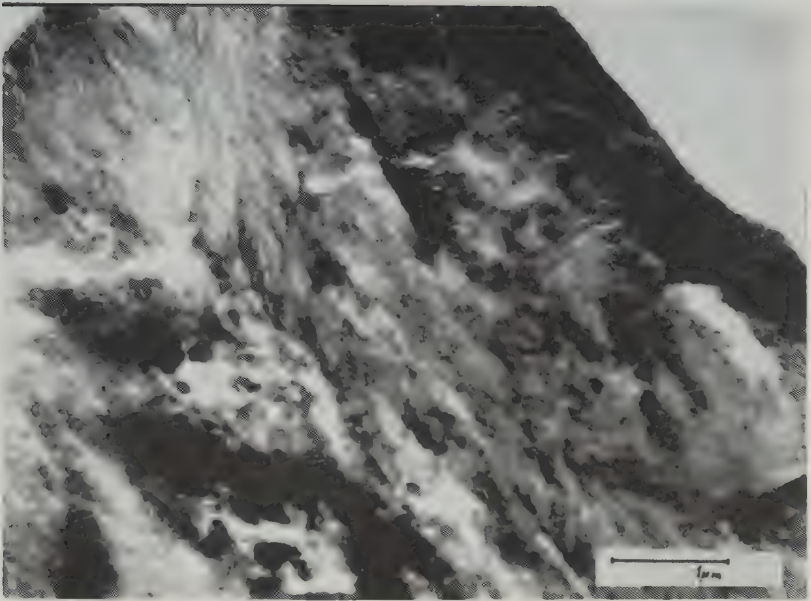
19



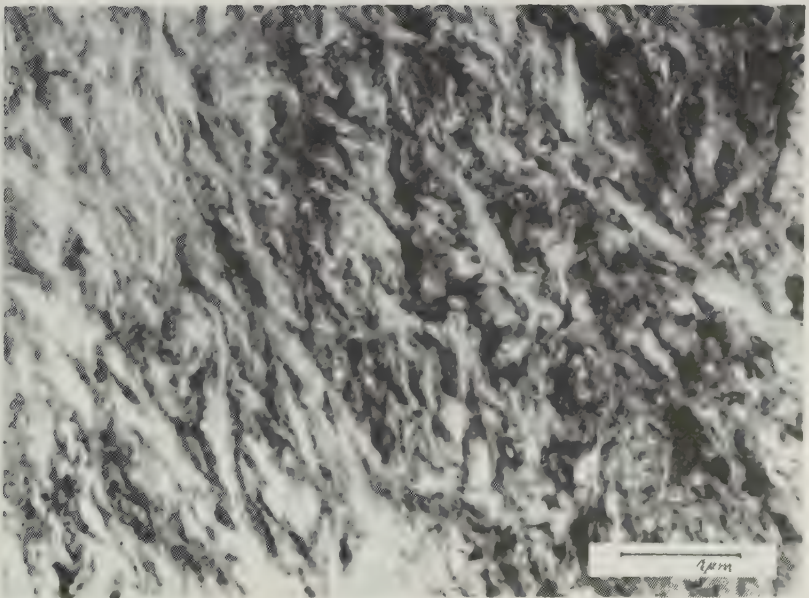
20



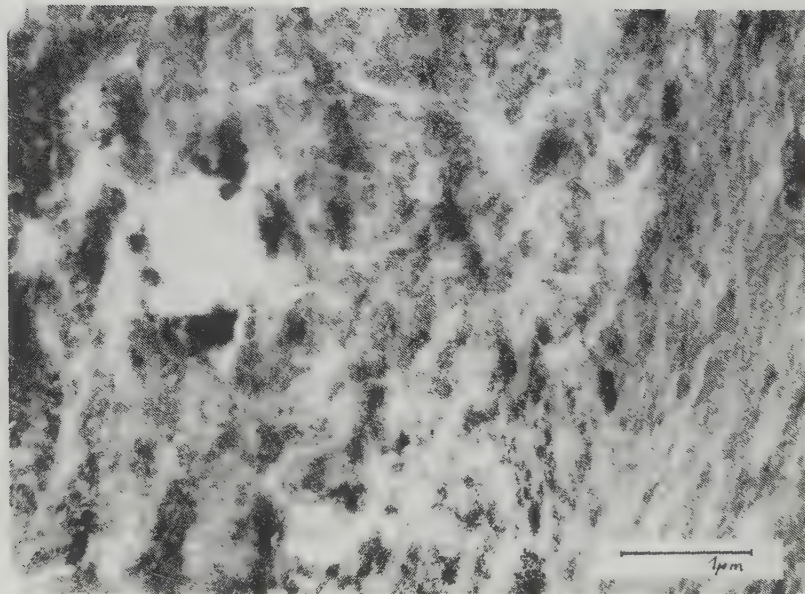
21



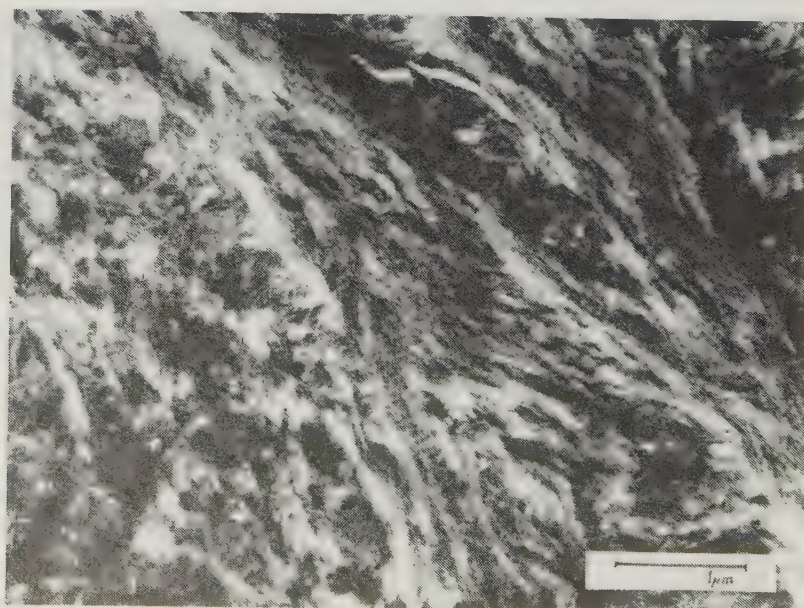
22



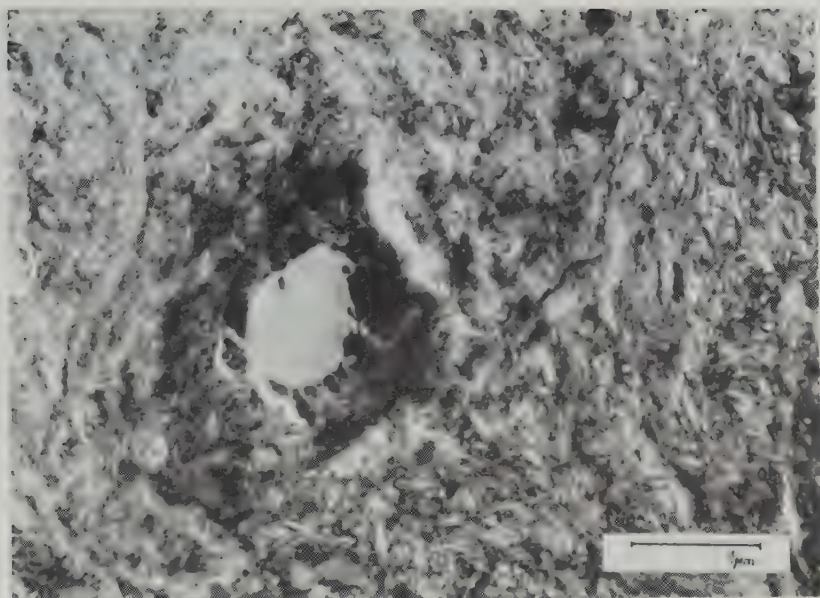
23



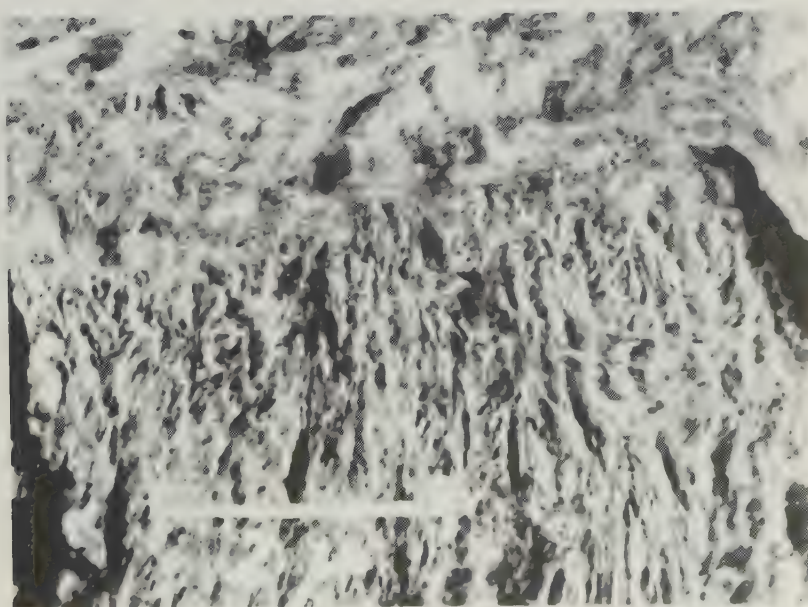
24



25



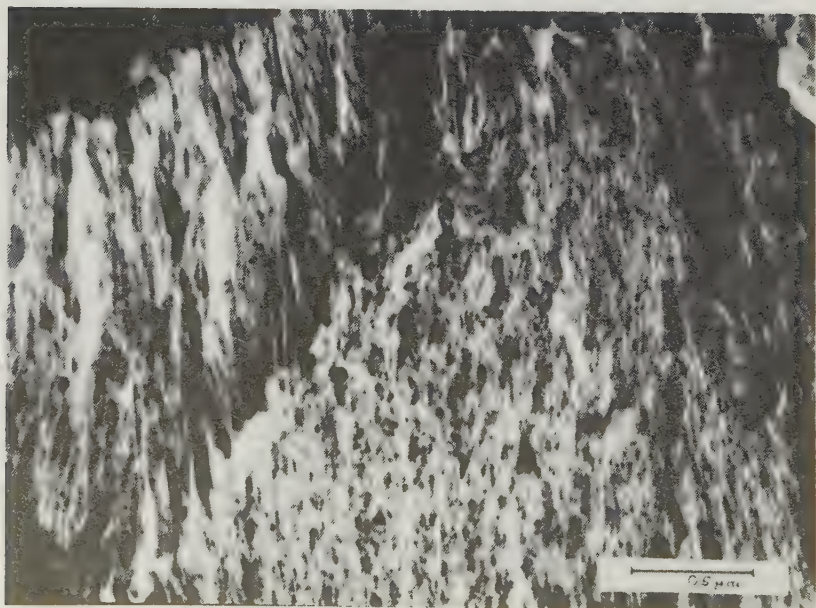
26



27



28



29

5. DISKUSSION

Da die Beobachtung und Beschreibung von Zähnen mit Schmelztropfen schon Mitte des vorigen Jahrhunderts begann und dieses auch ohne besondere Hilfsmittel möglich war, ist der zahlreichen Veröffentlichungen wegen zum äußeren Erscheinungsbild der Schmelztropfen nichts hinzuzufügen.

Die eigene Suche nach solchen Raritäten brachte überraschenderweise in recht kurzer Zeit den Erfolg, von dieser Anomalie sechs Exemplare, verteilt auf fünf Zähne, alle aus dem Oberkiefer stammend, zu entdecken. Daraus eine statistische Aussage vornehmen zu wollen, ähnlich der von INOUE, GÖLLNER, BERNABA u. a., war wegen ungenügender Klassifizierung der zur Untersuchung gelangten einigen hundert Zähne nicht beabsichtigt.

Angesichts der sich extrem widersprechenden Befunde von INOUE und BERNABA bezüglich der Vorkommenshäufigkeit von Schmelztropfen am dritten oberen Molaren wurde auf eine derartige Klassifizierung verzichtet.

Dagegen konnte die klinische Bedeutung der Schmelztropfen, bisher stark unterbewertet, anhand eines im eigenen Hause beobachteten und behandelten Falles stärker betont werden. Hierbei handelte es sich um einen linken oberen ersten Molaren, dessen distale Papille so weit reduziert war, daß durch Hängenbleiben von Detritus begünstigt durch den Schmelztropfen schließlich eine parodontitische Entzündung bis zum Apex auftrat. Auch GOLDSTEIN berichtete von einer ähnlich gelagerten Situation.

In beiden Fällen störte ein Schmelztropfen den normalerweise ununterbrochenen Epithelansatz der Gingiva.

Warum dieser Bezirk stärker für Parodontopathien prädisponiert ist, ergibt sich aus der Überlegung, daß je nach Größe der Schmelzkappe die Gingiva von der Wurzeloberfläche me-

chanisch abgehoben wird. Die Folge ist ein mehr oder minder breiter Sulcus, wodurch leichter eine Taschenbildung möglich ist.

Dazu sei eine Veröffentlichung GEYER's (1977) genannt, der den Epithelansatz einer elektronenmikroskopischen Untersuchung unterzog. Er stellte fest, daß beim jugendlichen Zahn durchaus eine feste Haftung des Epithelansatzes der Gingiva am Schmelz der Krone möglich sei, diese "Glycocalix"-Bindung aber verloren gehe, sobald während der späteren Gebrauchsperiode der Epithelansatz sich tiefer auf die Zementschicht verlagerte und dort eine Bindung einginge.

Somit wird das Gingivaepithel der coronalen Wurzelgrenze fest anliegen, jedoch im Bereich des Schmelztropfens, wegen der Schmelzsubstanz, keine Haftungsmöglichkeit mehr besitzen, wodurch es zur Ablösung und schnelleren Taschenbildung kommen kann, verbunden mit einer klinischen Manifestation.

Schon früher beschäftigte man sich mit dem Problem der Entstehungsweise von Schmelztropfen.

Aus makroskopischen Untersuchungen der mit einem Schmelztropfen behafteten Zähne entstanden Bezeichnungen wie "Schmelzauswüchse" (VIRCHOW 1886) oder "überzähliges Zähnchen", verbunden mit dem Mutterzahn (SCHLENKER 1891), welche eine Beschreibung der äußeren Gestalt und einen möglichen Bildungsmechanismus in sich vereinigen.

Mit den damaligen Hilfsmitteln war es möglich, Schnitte und Schliffe der Zähne lichtmikroskopisch zu betrachten.

Die im Laufe der Jahre erzielten Fortschritte auf dem Gebiet der Histologie der Zähne ermöglichten es, Hypothesen über die Anomalieentstehung aufzustellen.

Um aber einen anormalen Entwicklungsablauf feststellen zu können, mußten vorher der ungestörte Mechanismus und die daran beteiligten Elemente erkannt und in einen sinnvollen Zu-

sammenhang gebracht werden.

An der normalen Zahnentwicklung sind zwei verschiedene Gewebe beteiligt - das Mundschleimhautepithel und das darunter liegende Bindegewebe. Das in die Tiefe wachsende Epithel differenziert sich zum Schmelzorgan mit seinen verschiedenen Bestandteilen: Äußeres Schmelzepithel, Schmelzpulpa, Stratum intermedium und Inneres Schmelzepithel, aus dem später die Ameloblasten hervorgehen.

Das Epithel umschließt kappenartig das Mesenchym, welches proliferiert und sich zur Zahnpapille verdichtet. Die Zellen, die dem inneren Schmelzepithel anliegen, differenzieren sich zu Odontoblasten.

Während im Kronenbereich die Zahnhartsubstanzbildung beginnt, wächst das Epithel weiterhin in die Tiefe.

Diese Hertwig'sche Epithelscheide in ihrer zweischichtigen Form (inneres und äußeres Schmelzepithel) umschließt die Zahnpapille und präformiert die zukünftige Wurzel. Bei mehrwurzeligen Zähnen wachsen mehrere "Epithelschläuche" apicalwärts.

Um einen z. B. zweiwurzigen Wurzelstock formen zu können, muß der cervicale Epithelring beginnen, zwei gegenüberliegende Einziehungen auszubilden, deren Epithelsporne sich vereinigen. Das daraufhin entstandene Gebilde ähnelt der Gestalt einer Hose, mit einer Körperöffnung und zwei Beinansätzen. Diese Einziehung stellt eine gewebliche Schwachstelle bei der Wurzelbildung dar, weil für diesen Vorgang eine besondere formative Aktivität der Gewebe nötig ist, die u. U. auf äußere Einflüsse empfindlich reagiert und Fehlbildungen produzieren kann. Die Häufigkeit, mit der gerade Schmelztropfen an dieser Stelle zu finden sind, fordert regelrecht heraus, einen Zusammenhang mit der komplizierten Faltung der Wurzel anzunehmen.

Eine Hypothese beschäftigt sich mit dem Gedanken, die am Orte der Einziehung liegenden Odontoblasten würden aufgrund von Raummangel außerhalb des Zellverbandes verlagert (KANTOROWICZ 1904).

Auch EULER (1939) vertritt diese Raummangeltheorie. Er versucht die verschiedenen Erscheinungsbilder der Dentinkanälchen zu erklären: Durch Platz- und Raummangel im Bereich des Anomalieortes kommt es zu Druckerscheinungen, die das Bild der gewellten Dentinkanälchen erklären. Bleiben die Odontoblasten an der Wurzelteilungsstelle liegen, bilden sich Dentinkanälchen in verlängerter regulärer Form.

Werden die Odontoblasten vollständig ausgesprengt, liefern diese neben verlängerten auch noch selbständige kurze Kanälchen. Eine isolierte Aussprengung führt zum separaten Zahnkeim.

Daß Schmelztropfen Divertikel des Schmelzkeimes des Mutterzahn sein sollen, wobei das Zurückbleiben der Odontoblasten eine Folge der Reizung durch die Ameloblasten des Divertikels wäre, ist BAUMES (1885) Vorstellung.

" F ü r die Annahme spräche der oft beobachtete Zusammenhang des Tropfens mit der Schmelzkappe des Mutterzahn durch einen schmalen Schmelzstreifen.

G e g e n sie, die auffallende Lokalisation der Tropfen an den Teilungsstellen der Wurzel, an Stellen also, die für ein selbständiges Liegenbleiben der Odontoblasten prädisponiert sind."

Wird die Aussprengung der Odontoblasten als das Primäre angesehen, so wäre ihre Lokalisation erklärt, der Zusammenhang mit der Schmelzkappe des Zahnes jedoch nicht (KANTOROWICZ).

WALKHOFF (1896) sieht die Spaltung des Dentinkeimes als das Primäre für die Zahnmißbildung an. Bei Schmelztropfen liegt eine scharf begrenzte Prominenz des Zahnbeines an einem Teil der Wurzel vor. Dadurch empfängt das noch bestehende Schmelzorgan, welches die sich ausbildende Wurzel zwar noch umschließt, aber keinen Schmelz mehr ablagert, eine neue formative Tätigkeit.

Die Größe der ursprünglichen Dentinabspaltung bestimmt die Größe des Tropfens, welcher sich eventuell sogar zu einer vollständigen Zahnkrone entwickeln kann, aber durch das hoch intakte Schmelzorgan im Zusammenhang gehalten wird.

Das immer wieder auftauchende Problem ist die Erklärung für den Dentinvorsprung und die Schmelzauflagerung.

Für die Schmelzbildung wird aufgrund anatomischer Gegebenheiten leichter eine Lösung zu finden sein. So kann die Schmelzauflagerung aus den im Parodontalspalt normalerweise inaktiv liegenden MALASSEZ'schen Epithelnestern hervorgehen (FLEISCHMANN 1922, GÖLLNER 1927).

Eine weit plausiblere Erklärung für die Anwesenheit des im Wurzelbereich aufgelagerten Schmelzes ist das Auseinandergehen der beiden Schichten der in die Tiefe wachsenden Hertwig'schen Epithelscheide (WESKI und CONTRERAS 1924, EULER und MEYER 1927, und Experimentelle Untersuchungen von BAUER 1928).

Nach Ausbildung einer lokalen Schmelzpulpa und der wiedererlangten ameloblastischen Tätigkeit des inneren Schmelzepithels kommt es zur umschriebenen Schmelzbedeckung von Wurzeldentin, d. h. zur Formung eines Schmelztropfens.

Diese Hypothese kann darüber hinaus auch die Entstehung der Schmelzsporne oder Schmelznasen erklären. Gewöhnlich sistiert die Aufspaltung des Epithels im Bereich der künftigen Kronen-Wurzel-Grenze.

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen zeigen deutlich, daß dieser Vorgang zu keinem gleichmäßig glatten Kronenrand führt, sondern ein mikroskopisch feiner, girlandenartig begrenzter Saum vorliegt. D. h., auch die Ausbildung der dazugehörigen Schmelzpulpa endet an unterschiedlichen Abschnitten.

Dieser Vorgang kann aber auch stellenweise durch noch ungeklärte Einflüsse aufgehoben sein, so daß eine weitergehende Schmelzbildung erfolgt. Prädisponiert sind hierfür

die Bi- bzw. Trifurkationen der Molaren, wo es dann zu den bekannten Schmelznasen kommt.

Der statistischen Erhebung nach treten Schmelztropfen in erhöhtem Maße in Zusammenhang mit der Ausbildung von Schmelznasen auf. Dieser Umstand könnte wiederum darauf zurückzuführen sein, daß das zweischichtige Epithel der genetischen Information zur Einziehung gehorcht, aber in dieser gegenüber äußeren Einflüssen empfindlichen Phase damit reagieren kann erstens die Schmelzproduktion vorläufig nicht zu beenden (Schmelznase) und zweitens nach geraumer Wegstrecke des Epithelschlusses erneut aufzugehen (Schmelztropfen).

Einen Beweis für weiterhin sinnreiches produktives Verhalten von Gewebe stellen die Teratome dar. Hierbei kann es zur Teilung einer im Zusammenhang zu sehenden Einheit kommen, wobei trotz dieser Beeinflussung ein Weiterwachsen der Restgewebe in ihrer eigenen Individualität auftritt.

Problematisch wird die Erklärung für das Zustandekommen der Dentinekel, welche das Innere der komplizierten Schmelztropfen bilden.

Einige Autoren wollen "Raummangel" für die Aussprengung von Odontoblasten verantwortlich machen, andere sehen eine "Dentineimabspaltung" als Ursache an.

Als die weit treffendere Hypothese erscheint die Beschreibung von BAUME, der die Schmelztropfen als Divertikel des Mutterzahnansieht.

Ein örtlicher Proliferationsdruck der mesenchymalen Zellverbände im Inneren der Hertwig'schen Epithelscheide würde somit die Front der später zur aktiven Leistung angeregten Odontoblasten mit dem zweischichtigen Epithel zusammen in das umliegende Parodont drücken.

Die von dieser exponierten Stelle aus Dentin produzierenden Zellen würden sich bei ihrem Rückzug in den allgemeinen Verband der angrenzenden Odontoblastenfortsätze eingliedern, wo-

bei es aber auch zu Platzmangelerscheinungen kommen kann.

Eine weitere interessierende Frage galt der Dentinogenese.

Ausgehend von den Anfang des Jahrhunderts noch unklaren Vorstellungen über die an der Bildung des Dentins beteiligten Strukturen und Zellen, v. KORFF (Fasern) v. EBNER (Odontoblasten), und den daraus entstandenen gedanklichen Kompromissen z. B. WEIDENREICH (Doppelcharakter des Dentins), konnten die gewonnenen Erkenntnisse später korrigiert, ergänzt und in klare Zusammenhänge gebracht werden, als zum bisher gebräuchlichen Hilfsmittel Lichtmikroskop die Entwicklung eines wesentlich höher auflösenden Elektronenmikroskopes durchgeführt wurde. Damit war es möglich zu beweisen, daß die Odontoblasten bei der Dentinogenese von entscheidender Bedeutung sind (LENZ 1959) und autonome Fasern im Sinne v. KORFF's nicht existieren.

Die Interglobularräume des Kronendentins wurden dargestellt, welche als kanalisiert vorzustellen sind (HELMCKE 1966); die Tomes'sche Körnerschicht wurde untersucht und deren Beziehung zur Wurzelperipherie (KUNG 1970).

Da Interglobulardentin und Tomes'sche Körnerschicht im Bereich der odontoblastogenen Dentinbildung liegen, ist der Schluß zulässig, einen Einfluß der Odontoblasten auf die unterschiedliche Ausbildung der Störbezirke zu vermuten.

Dazu soll kurz auf die allgemeine Dentinogenese eingegangen werden, wie sie im coronalen bzw. apicalen Teil des Zahnes abläuft. Im Kronenbereich differenzieren sich unter den Zellen des inneren Schmelzepithels aus den Mesenchymzellen der Zahnpapille die Odontoblasten. Diese Zellen verlängern sich und die geformten Elemente des Ergastoplasmas bilden sich besonders stark aus, was auf eine vermehrte Aktivität hindeutet. An der Basalmembran der des Schmelzepithels zugewandten Seite beginnen die Odontoblasten in wenigen μ Abstand von der Basalmembran Fortsätze auszubilden.

Zur gleichen Zeit entstehen zwischen Basalmembran und Zelle aus dem von den Zellen ausgeschiedenen Material die kollagenen Fibrillen der Dentinegrundsubstanz. Nach Ausbildung einer nur wenigen μ dicken Schicht von Prädentin beginnt bereits die Mineralisation.

Im Wurzelbereich erfolgt in ähnlicher Weise die Dentinbildung, jedoch mit wesentlichem Unterschied. Hier, wo äußeres und inneres Schmelzepithel der Hertwig'schen Epithelscheide einander unmittelbar berühren und daher keine Schmelzpulpa vorhanden ist, sind die Zellen des inneren Schmelzepithels nicht zu Ameloblasten differenziert. Auch die Umwandlung der Mesenchymzellen zu Odontoblasten erfolgt langsamer; die zellständige Aktivität ist nicht so ausgeprägt wie coronal in der Nähe der Ameloblasten. Demnach haben die Odontoblasten bei Einsetzen der Fibrillogenese noch nicht den höchsten Differenzierungsgrad erreicht.

So werden erst Odontoblastenfortsätze ausgebildet, wenn eine etwa 100 - 300 μ starke Schicht von Dentin gebildet worden ist. Das von diesen Zellen produzierte erste Dentin unterscheidet sich von dem der Krone durch die fehlenden Dentinkanäle und den geringeren Mineralisationsgrad. Es verbleiben nicht verkalkte Störbezirke in Form von unscharf begrenzten, nicht kanalisierten "Interglobularräumen".

Die Summe aller mindermineralisierten Bezirke bildet die Tomes'sche Körnerschicht.

Schlußfolgerungen aus diesem unterschiedlichen Aktivitätsverhalten der Odontoblasten, verschiedenartig strukturiertes Dentin in den peripheren Grenzbereichen der Krone sowie der Wurzel zu bilden, finden sich bisher nur bei LENZ (persönliche Mitteilung) und KUNG (1970).

Da die Zellverbände der Ameloblasten und Odontoblasten in einer gesetzmäßig zeitlichen Abfolge zur Ausreifung gelangen

und die Grundstrukturen der Zahnhartgewebe bilden, wäre an eine gegenseitige Induktion zu denken. Dieses um so mehr, da sich bekanntlich im Wurzelbereich keine Ameloblasten befinden, womit eine Änderung der Dentinstruktur erklärbar wäre. D. h., die Anwesenheit der schmelzbildenden Zellen nahe der Odontoblasten kann für diese eine Aktivitätssteigerung bedeuten, von Anfang an ihre Zellfortsätze auszubilden und ein gut mineralisiertes Dentin zu produzieren.

Die als Interglobulardentin bekannten Störbezirke kommen entlang von Wachstumslinien des Kronendentins vor. Nachweislich treten solche mindermineralisierten Stellen vermehrt nach z. B. rachitischen Einflüssen auf.

Es kann aber auch eine vollständige Remineralisierung im Laufe des Lebens geben, so daß das Interglobulardentin als solches nicht mehr zu erkennen ist.

Im Wurzelbereich tritt in jedem Falle die aus vielen kleinen unscharf begrenzten Räumen bestehende Tomes'sche Körnerschicht auf, die keine Wachstumslinien markiert, sondern einen mehr oder minder gleichmäßigen Abstand von der Dentin-Zement-Grenze einhält.

Wie in der Ausführung über die Dentinogenese beschrieben, läßt sich ein anfangs insgesamt trägerer Differenzierungsprozeß der Odontoblasten nachweisen, wodurch ein nicht kanalisiertes Dentin minderer Qualität gebildet wird.

Dieses wäre zurückzuführen auf die fehlende Induktion durch im Wurzelbereich nicht vorhandene Ameloblasten. Sogar bei tierischen Zähnen kann man diesen Gedankengang verfolgen. Die Zähne der Regenbogenforelle bestehen aus Dentin (KÜSTER 1982). Dieses ist von keiner durch Ameloblasten gebildeten Schmelzschicht überlagert. Daher kommt es nur zur Ausbildung einer nicht kanalisierten Zone Dentins, die aufgrund der Dimension der Zähne von 200 - 300 μ Durchmesser keine Kanälchenbildung zuläßt.

Sollte die Hypothese von der Induktionsabhängigkeit des Differenzierungsgrades der Odontoblasten zutreffen, so müßte das Dentin im Wurzelbereich unter einer scharf umschriebenen Schmelzbedeckung das hochentwickelte Strukturbild eines Kronendentins mit sofortiger Kanalisierung der Grenzschicht bieten. Diese Möglichkeit der Nachprüfung ergibt sich mit der Schmelzbildungsanomalie des Schmelztropfens.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung haben klar ergeben, daß um den Schmelztropfenbezirk die Wurzelperipherie aus normalem Wurzeldentin mit Tomes'scher Körnerschicht besteht, daß jedoch der Bereich der Schmelzbedeckung ein hochwertiges, von Anfang an kanalisiertes Dentin zeigt.

Damit kann die aufgestellte Hypothese bestätigt werden, denn durch die anormale Epithelaufspaltung und Ausbildung einer Schmelzpulpa mit nachfolgender Schmelzproduktion (Schmelzkappe des Schmelztropfens), konnte das Induktionspotential der Ameloblasten wirksam werden, die Odontoblasten aktivitätssteigernd zu beeinflussen.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen an Zähnen mit Schmelztropfen vorgenommen.

Vor allem interessierten die peripheren Strukturen des Kronendentins, des Wurzeldentins und des Schmelztropfendentins.

Folgende Erkenntnisse konnten gewonnen werden:

1. Bei den die Schmelztropfen aufbauenden Geweben handelt es sich um echtes Dentin und um echten Schmelz.
2. Es besteht eine Übereinstimmung von Kronendentin und Schmelztropfendentin.
3. Das allgemeine Wurzeldentin bildet peripher eine gleichmäßig breite nicht kanalisierte Zone, um jenseits der als Störstellenbezirk bekannten Tomes'schen Körnerschicht in ein normal kanalisiertes Dentin überzugehen.

Die Hypothese wurde bestätigt, daß bei der Bildung des Schmelztropfens Dentin vom Typ des Kronendentins entsteht. Das spricht dafür, daß es analog zur Kronenbildung zu einem Auseinandergehen der Hertwig'schen Epithelscheide im Wurzelbereich und zum Auftreten einer Schmelzpulpa kommen kann. Die bei der nachfolgenden Schmelzbildung angenommene Induktion der Ameloblasten auf die Odontoblasten besteht darin, nach Anlage eines nur sehr schmalen Bereichs von nicht kanalisiertem Dentin kanalisiertes Dentin zu bilden.

Dieses konnte in seiner Ultrastruktur mit Hilfe des Transmissionselektronenmikroskopes unter der Schmelzkappe des Schmelztropfens nachgewiesen werden. Zum Strukturvergleich wurde das periphere Wurzeldentin herangezogen, wo bekanntlich dem Zahnbein eine Zementschicht aufliegt. Infolge der fehlenden Induktionswirkung der nicht vorhandenen Ameloblasten auf die Odontoblasten kommt es auf einigen hundert Mikrometern Schichtdicke zur Ausbildung einer minderentwickelten nicht kanalisierten

Dentinzone, deren innere Begrenzung die Tomes'sche Körnerschicht darstellt.

Die Schlußfolgerung aus diesem Vergleich ist, daß die verschiedenen Erscheinungsformen und Ausprägungsgrade des Dentins nur Produkte unterschiedlich differenzierter Odontoblasten sind.

Weiterhin wird eine allgemeine Dokumentation über die Bildungsanomalie des Schmelztropfens erstellt. Danach löste die Frage nach dem Aufbau und dem Vorkommen dieser Seltenheit schon frühzeitig Untersuchungen aus. Heute können die Erkenntnisse über Strukturbeschaffenheit der Schmelztropfen als fast gelöst gelten, dagegen besteht über die Entstehungsmechanismen noch verhältnismäßig große Unklarheit.

Da der häufigste Fundort die Bi- bzw. Trifurkation bei Molaren ist, wird angenommen, daß durch die "formative Tätigkeit der Gewebe" hier eine Schwachstelle für nicht bekannte innere oder äußere Reize vorliegt. Eine entsprechende Beeinflussung bei der Wurzelbildung kann somit zur Ausbildung eines Schmelztropfens führen.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- ADLOFF, P. Überzählige Zähne
Scheffs Handbuch d. ZhK Bd. 1, 4. Aufl.
1922
- ADLOFF, P. Tomes'sche Körnerschicht, Interglobular-
dentin und Vasodentin in einigen Säugetier-
zähnen.
V. Jschr. Zahnheilkunde 207-258, 1930
- BAUER Mechanisch erzeugte Entwicklungsstörungen
des Zahnbeins
Dtsche Monatsschrift f. ZhK 737-751, 1928
- BAUME Anomalien der Zähne
Lehrbuch d. ZhK, 2. Aufl. 1885
Lehrbuch d. ZhK, 3. Aufl. 1890
- BENCZE, B. N. Befunde an der Dentin-Zement-Grenze
Z. Stomat. 25, 887-896, 1927
- BERNABA, J. M.
u. a. Estudo Morphologico de Pérolas de esmalte
em dentes Humanos
Revista da Faculdate de Odontologia de
Aracatuba 45-53, 1973
- BÖHM, G. Über Schmelztropfen unter besonderer Be-
rücksichtigung des histologischen Baues
Blätter f. Parodontoseforschung u. dent.
Anat. u. Path. 28.10.1938
- CAVANHA Enamel pearls
Oral Surg. 19, 373-382, 1965
- CZERMAK Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der
menschlichen Zähne
Z. wiss. Zool. 2, 1850
Zit. nach KUNG 1970

- DICKMANN, E. Ein Beitrag zur Kenntnis von den sog. "Interglobularräumen" im menschlichen und tierischen Zahn.
Deutsche Monatsschrift f. ZhK 43, 653-673, 1925
- v. EBNER Histologie der Zähne mit Einfluß der Histogenese
Scheffs Handbuch d. ZhK, 2. Aufl., Bd. 1, 1902
- EULER und MEYER Störungen der Zahnentwicklung ohne erkennbare Ursache und ihre Folgen
Pathohistologie der Zähne 2-9, 1927
- EULER und MEYER Störungen der Zahnentwicklung durch erkennbare Ursachen und ihre Folgen
Pathohistologie der Zähne 15-37, 1927
- EULER, H. Schmelztropfen
Die Anomalien, Fehlbildungen und Verstümmelungen der menschlichen Zähne 52-61, 1939
- de FAZIO, F. Microscopia electronica sugli spazi interglobulari della dentina coronale dell' uomo.
Archivo Stomatologico 4, 341-351, 1963
Zit. nach KUNG 1970
- FLEISCHMANN Schmelztropfen
Scheffs Handbuch d. ZhK, 4. Aufl., Bd. 1, 765-767, 1922
- FUNAKI, T. Morphological Studies of the Enamel Drops 1
Shika Gakuho 75 (4), 675-83, 1975
- FUNAKI, T. Morphological Studies of the Enamel Drops 2
Shika Gakuho 76 (3), 537-41, 1976
- FUNAKI, T. Morphological Studies of the Enamel Drops 4
Shika Gakuho 77 (7), 1011-1060, 1977

- GEYER, R. Elektronenmikroskopische Untersuchungen über
den Epithelansatz
Dissertation, FU-Berlin 1977
- GÖLLNER, L. Über Schmelztropfen
Dtsche. Monatsschrift f. ZhK, Sonderdruck
H. 5, 1928
- GOLDSTEIN Enamel pearls as contributing factor in
periodontal breakdown
J. am. dent. assoc. 99 (2), 210-11, 1979
- GOTTLIEB, B. Zementexostosen, Schmelztropfen und Epithel-
nester
Zeitschr. f. Stom., Sonderdr. H. 9, XIX Jg.,
1921
- GREWE, J. M.
u. a. Cervical enamel projections: Prevalence,
location, and extent, with associated
periodontal implications.
J. Periodontal 36, 460-465, 1965
Zit. nach RISNES 1974
- HANAZAWA, K. Eine histologische Studie über die Karies
des Dentins
V. ZhK. 39, 417-488, 1923
- HANNOVER Bau und Entwicklung des Säugetierzahnes
Verhandl. d. Kaiserl. Leop.-Carol.-Akademie
der Naturforscher Bd. 25, II. Teil, 1855
Zit. nach DICKMANN 1925
- HELMCKE, G. H. Formen und Strukturen der Interglobularräume
Dissertation, FU Berlin 1966
- INOUE, H. Beiträge zu den Schmelztropfen
The Journal of the J. Odont. Soc. (Sonderdr.)
Vol. XXXVII, 5-6, Nr. 2, Okt. 1939,
Nr. 3, Jan. 1940

- de JONGE-COHEN Die Kronenwurzelgrenze der unteren Zähne
Anatomische Hefte 194-212, 1919
- KANTOROWICZ, F. Über den Bau und die Entstehung der Schmelz-
tropfen
Dtsche. Monatsschrift f. ZhK. 17-23, 1904
- v. KORFF, K. Arch. mikrosk. Anat. 67, 1, 1905
Zit. nach LENZ 1959
- KÜSTER, P. Elektronenmikroskopische Untersuchungen an
Zähnen von Salmo Gairdneri (Regenbogen-
forelle)
Dissertation, FU Berlin 1982
- KUNG, Y. Elektronenmikroskopische Untersuchungen der
Tomes'schen Körnerschicht im menschlichen
Dentin
Dissertation, FU Berlin 1970
- LENZ, H. Elektronenmikroskopische Untersuchungen der
Dentinentwicklung
Deutsche ZMK Bd. 30, 367-381, 1959
- LINDERER, J. Handbuch der Zahnheilkunde
2. Aufl., 117-120, 1842
Zit. nach RISNES 1974
- LOOS, R. Schmelztropfen
Scheffs Handbuch d. ZhK. Bd. 1, 600-601,
1902
- MEYER, W. Ein Beitrag zur traumatischen Schädigung
von Zahnkeimen
Deutsche Monatsschrift f. ZhK. H. 21, 497-
510, 1924
- MEYER, W. Normale Histologie und Entwicklungsgeschich-
te der Zähne des Menschen
2. Auflage, München 1951

- ORBAN, B. Ein besonderer Befund an einem Schmelztropfen
Zeitschr. f. Stom., Sonderdr. H. 3, XXII
Jg. 1-3, 1924
- PECKERT, H. Die Mißbildungen des Gebisses
Die Morphologie der Mißbildungen der Menschen
und Tiere
T. 3; Lfg. 4; Abt. 2; Kap. 5; 527-531, 1911
- PFLÜGER, H. Zur Entstehung der Schmelzperlen
Dtsche. Monatsschrift d. ZhK 49, 993-1003,
1931
- PORT-EULER Schmelztropfen
Lehrbuch der ZhK., 4. Aufl., 185-187, 1929
- RISNES, S. The prevalence, location, and size of ena-
mel pearls on human molars
Scand. J. Dent. Res. 82 (6), 403-412, 1974
- RISNES, S. The prevalence and distribution of cervical
enamel projections reaching into the bifur-
cation of human molars
Scand. J. Dent. Res. 82 (6), 413-419, 1974
- RUDAS, G. Interglobularfelder und Körnerschicht
Dtsch. Mschr. f. ZhK 10, 449-454 / 1901
- SCHLENKER, M. Schmelztropfen; äußere Odontome; Exostosen.
Scheffs Handbuch d. ZhK. 529-530, 1891
Zit. nach RISNES 1974
- SHIOTA, K. Enamel pearls
Shika Kiso Igakkai Zasshi 12, 185-197, 1970
- STUDNIČKA, F. K. Anat. Anz. Jena 30, 209, 1907
Zit. nach LENZ 1959
- STUDNIČKA, F. K. Histogenetischer und histologischer Teil in
"Das Problem der Vitalität des Zahnschmelzes"
Prag 1941

- TAKIGUCHI u. a. Morphological Studies on the Enamel Drops 3
Shika Gakuho 76 (3), 543-51, 1976
- TAKIGUCHI und
FUNAKI Scanning electron microscopy of Enamel Drop
Bull Toyo dent. Coll. Vol. 18, Nr. 2, 57-70,
1977
- VANDERSALL Pearls, grooves, and projections
Journal of the American Dental Association
99 (5), 794, 1979
- VIRCHOW, R. Retention, Heterotopie und Überzahl von
Zähnen
Z. Ethnol. 18, 391-401, 1886
Zit. nach RISNES 1974
- WALKHOFF, O. Über den Bau und die Entstehung einiger
Zahnmißbildungen
Dtsche. Monatsschr. f. ZhK XIV. Jg. 7. H.,
261-273, 1896
- WALKHOFF, O. Die normale Histologie menschlicher Zähne,
1. und 2. Aufl. 1901
Zit. nach LENZ 1959
- WEDL Pathologie der Zähne
II. Aufl., 160-162, 1901
- WEIDENREICH, F. Über den Bau und die Entwicklung des Zahn-
beins in der Reihe der Wirbeltiere
Zeitschr. f. Anat. u. Entw.-gesch. 1925
- WEIDENREICH, F. Über den Schmelz der Wirbeltiere und seine
Beziehung zum Zahnbein
Zeitschr. f. Anat. u. Entw.-gesch. 293-351,
1926
- WESKI, O. und
CONTRERAS, R. Vorgänge und Befunde im Interradiculär-
raum mehrwurzeliger Zähne
Vierteljahresschrift f. ZhK 229-246, 1924

Für die Überlassung des Dissertationsthemas und für seine freundliche und stete Hilfsbereitschaft bei der Durchführung dieser Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. Hans Lenz recht herzlich danken.

Ebenso gilt mein Dank Frau Jutta Butzengeiger, Frau Birgit Schreidereiter und Frau Anne-Dore Kähler für die große Hilfe bei den elektronenmikroskopischen Untersuchungen und den fototechnischen Arbeiten.

LEBENS LAUF

Am 1. August 1951 wurde ich als Sohn des Elektroingenieurs Jürgen Szeliés und seiner Ehefrau Elsbeth Szeliés, geb. Malorny, in Berlin geboren.

Im Anschluß an die sechsjährige Grundschulzeit besuchte ich ab 1963 das Gabriele-von-Bülow-Gymnasium in Berlin-Tegel und legte dort am 22. Januar 1971 die Reifeprüfung ab.

Vom Wintersemester 1971/1972 an studierte ich an der Technischen Universität Berlin am Fachbereich Elektrotechnik. Ohne den Abschluß erlangt zu haben wechselte ich zum Sommersemester 1975 an die Freie Universität Berlin, um mich im Fachbereich für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde zu immatrikulieren.

Die Bestallung als Zahnarzt erhielt ich am 14. Juli 1980.

Nach zweijähriger Assistentenzeit in einer Berliner Praxis bin ich seit Januar 1983 als niedergelassener Zahnarzt im Bezirk Berlin-Wedding in eigener Praxis tätig.

